



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA  
ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE  
MINAS Y ENERGÍA



# **ESTUDIO DE ACTUACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICIO DE 42 VIVIENDAS EN RENEDO DE PIÉLAGOS**

**Study of Interventions to improve energy  
efficiency in a 42-home residential building in  
Renedo de Piélagos**

Para acceder al título de:

**Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos**

**Autor: Gabriel Pérez Real**

**Director: Juan Carcedo Haya**

**Convocatoria: junio 2020**



## Agradecimientos

En el ámbito personal

A mi madre, Carmen. Por aguantar mis largos años de facultad, algunos de mis aciertos y mis muchas equivocaciones. Por cuidar toda la vida de mi hermano y de mí, y por darme las herramientas para levantarme con cada caída. Por toda la educación que me has dado y me das.

También a mi hermano Jairo, quien siempre ha confiado en mí para todo y a quien acudo, cuando necesito que me digan las cosas que no quiero oír. Esa persona que siempre está y de quien, sin siquiera tener que preguntar, tengo siempre un apoyo inquebrantable.

Gracias a mi pareja María por animarme, ayudarme y apoyar todas y cada una de las cosas que hago. Gracias por ser una persona tan especial y por tener siempre la paciencia y capacidad de sacar la mejor versión de mí mismo.

A mi familia en Oruña: Celsa, Valentín y Pablo. Por siempre estar ahí, a las duras y a las maduras. Y gracias también a Blanca y Javier, por cuidarme siempre tan bien.

También quiero dar las gracias a Celia, mi compañera de fatigas en Torrelavega, por ser siempre un apoyo incondicional y “obligarme” a dar siempre un poco más.

A mi grupo de amigos y amigas: Ana, Antonio, Iván, María, Sebio, Sergio y muchos más. A todos, gracias por sacarme siempre una sonrisa.

En el ámbito más específico de este TFG

Me gustaría agradecer, en primer lugar, a mi profesor y después tutor Juan Carcedo por apoyar mis ideas y por darme siempre ese otro enfoque que se olvida en tantas cosas aprendidas.

También al resto de profesores y profesoras de todas las materias cursadas, por ayudarme y enseñarme tanto. Deseo acordarme también de Gema, porque, aunque entres en la facultad con tu peor día, ella siempre tiene su mejor sonrisa.

Agradecer igualmente a César, Lorena y Eva de *Suma Ingeniería Aplicada*, por la paciencia puesta en mí y por hacerme sentir siempre cómodo.

Por último, quiero acordarme también de José, que siempre estaba cuando he necesitado un segundo en campo. Igualmente, de Rosa y Ana de *M&L Comunidades* por las facilidades, las consultas y las vueltas. Para finalizar, del *Área Técnica Comercial de Conservación de Orona Cantabria*, en especial de Fernando quien, sin conocerme, atendió todas mis consultas.



## ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS.....	9
ÍNDICE DE CUADROS.....	11
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	13
1. INTRODUCCIÓN .....	15
2. ALCANCE Y OBJETIVOS .....	17
3. ESTADO DEL ARTE .....	19
4. METODOLOGÍA.....	27
4.1 Bloque A.....	27
4.1.1 Iluminación general y garajes.....	27
4.1.1.1 Fase 1. Iluminación .....	28
4.1.1.1.1 Antecedentes y datos tomados.....	28
4.1.1.1.2 Tipo de luminarias existentes.....	29
4.1.1.2 Fase 2. Propuesta de mejora en iluminación .....	31
4.1.1.2.1 Análisis fase 1 .....	31
4.1.1.2.2 Medida de mejora .....	31
4.1.1.2.3 Normativa a tener en cuenta .....	32
4.1.1.3 Fase 3. Análisis.....	38
4.1.1.3.1 Análisis comparativo situación actual vs propuesta .....	38
4.1.1.3.2 Presupuesto y amortización .....	41
4.1.2 Uso racional y consumo excesivo en trasteros .....	43
4.1.2.1 Fase 1. Trasteros.....	43
4.1.2.1.1 Antecedentes: .....	43
4.1.2.1.2 Detalle del problema actual .....	43
4.1.2.2 Fase 2. Propuesta mejora en trasteros .....	43
4.1.1.2.1 Análisis fase 1 .....	43
4.1.1.2.2 Medida de mejora .....	45
4.1.2.3 Fase 3. Análisis.....	47
4.1.2.3.1 Análisis comparativo situación actual vs propuesta .....	47
4.1.2.3.2 Coste y desglose de precios.....	49
4.1.3 Máxímetro en contadores.....	50
4.1.3.1 Fase 1. Identificación de situación presente .....	50
4.1.3.1.1 Antecedentes.....	50

4.1.3.1.2 Detalle del contador trifásico del que depende el ascensor.....	51
4.1.3.2 Fase 2. Propuesta de mejora con maxímetro .....	52
4.1.3.2.1 Investigación posterior a la fase 1 y análisis .....	52
4.1.3.2.2 Medida de mejora .....	54
4.1.3.3 Fase 3. Análisis.....	55
4.1.3.3.1 Análisis comparativo: situación actual vs propuesta .....	55
4.1.3.3.2 Coste y desglose de precios.....	56
4.1.4 Potencia contratada .....	57
4.1.4.1 Fase 1. Potencia en los contratos.....	57
4.1.4.1.1 Antecedentes: .....	57
4.1.4.1.2 Detalle de la problemática identificada .....	57
4.1.4.2 Fase 2. Propuesta de mejora en forma de reducción en potencia contratada .....	57
4.1.4.2.1 Análisis para la correcta implantación. ....	57
4.1.4.2.2 Medida de mejora .....	58
4.1.4.3 Fase 3. Análisis comparativo .....	61
4.2 Bloque B.....	64
4.2.1 Modelos de cálculo con CypeCAD MEP .....	64
4.2.1.1 Fase 1. Modelo de simulación 1 con fachada actual.....	66
4.2.1.1.1 Antecedentes y tipo de envolvente actual.....	66
4.2.1.1.2 Simulación en CypeCAD MEP del modelo con fachada actual.....	66
4.2.1.2 Fase 2. Propuesta de mejora con sistema ETICS/SATE .....	68
4.2.1.2.1 Tipo de fachada propuesta.....	68
4.2.1.2.2 Simulación en CypeCAD MEP del modelo 1 propuesto con SATE de 80mm.....	70
4.2.1.2.2 Simulación en CypeCAD MEP del modelo 2 propuesto con SATE de 120mm.....	71
4.2.1.3 Fase 3. Análisis.....	73
5. RESULTADOS .....	77
5.1 Resultados BLOQUE A.....	77
5.1.1 Iluminación general y garajes.....	77
5.1.2 Uso racional y consumo excesivo en trasteros .....	77
5.1.3 Tarificación por maxímetro en contadores comunitarios .....	78
5.1.4 Potencia contratada .....	78

5.2 Resultados BLOQUE B .....	78
5.2.1 Mejora con sistema ETICS de la envolvente de ambos edificios .....	78
6. CONCLUSIONES .....	81
7. BIBLIOGRAFÍA y REFERENCIAS .....	83





## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1. Tabla con la propuesta de sustitución en led de cada tipo de luminaria existente. ....	31
Tabla 4. 2 . Tabla de precios Endesa Comercializadora.....	39
Tabla 4.3. Tabla consumo considerado por tipo de luminaria.....	39
Tabla 4.4. Estimación horas de uso diarias para cada tipo de luminaria. ....	39
Tabla 4.5. Tabla comparativa de escenarios. Situación Original, situación actual y situación con propuesta de mejora a iluminación con tecnología LED. ....	40
Tabla 4.6. Desglose de precios, como presupuesto tipo para la implantación de la medida.....	42
Tabla 4.7. Matriz de decisión de alternativas.....	47
Tabla 4.8. Tabla de cálculos en la situación actual con magnetotérmicos de 10A.....	48
Tabla 4.9. Tabla de cálculos aplicada la mejora con magnetotérmicos de 1A.....	49
Tabla 4.10. Desglose de precios para presupuesto.....	50
Tabla 4.11. Tabla desglose de los elementos conectado, con sus consumos en kW, al contador 1 de la Comunidad de Propietarios. ....	59
Tabla 4.12. Tabla desglose de los elementos conectados, con sus consumos en kW, al contador 2 de la Comunidad de Propietarios. ....	60
Tabla 4.13. Tabla de precios finales de instalación SATE con clima 34 de Isover para diferentes espesores. ....	74



## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 3.1. Detalle del informe Consumos del Sector Residencial en España elaborado por el IDEA. ....	20
Cuadro 3.2. Cuadro de comparación de parámetros para los diferentes tipos de lámparas. ....	21
Cuadro 3.3. Detalle de componentes del sistema SATE. ....	23
Cuadro 3.4. Detalle de elementos constructivos en un sistema de fachada ventilada. ....	25
Cuadro 4.1 Captura aérea Edif. 1 y 2 de la C.P. San Antonio nº12. ....	28
Cuadro 4.2. Distribución de recintos y luminarias ZZ.CC. ....	29
Cuadro 4.3. Distribución luminarias por planta y tipo. ....	30
Cuadro 4.4. Ejemplo adaptación de luminaria fluorescente tradicional a tipo led directo.....	32
Cuadro 4.5. Ilustración de ambos locales planteados dentro del edificio. ....	33
Cuadro 4.6. Tipo de lampara empleada para el cálculo, equivalente a la planteada en fase 2 y detalle cálculos obtenidos con DIALux para el local 1, garaje. ....	34
Cuadro 4.7. Solución grafica de cálculo presentada por DIALux, detallado en “colores falsos” con los valores del cuadro anterior. ....	35
Cuadro 4.8. Tipo de lampara empleada para el cálculo, equivalente a la planteada en fase 2 y detalle cálculos obtenidos con DIALux para el local 36, pasillo. ....	36
Cuadro 4.9. Solución grafica de cálculo presentada por DIALux, detallado en “colores falsos” con los valores del cuadro anterior. ....	37
Cuadro 4.10. Solución grafica de cálculo presentada por DIALux, detallado con los valores del cuadro anterior. ....	38
Cuadro 4.11. Interruptor automático magnetotérmico 2P 1A de Schneider Electric....	46
Cuadro 4.12. Datos para el cálculo considerados en las tablas de comparación. ....	48
Cuadro 4.13 Detalle extraído de la facturación de Endesa entregada por la Administradora de fincas que trabaja para la comunidad. ....	51
Cuadro 4.14. Detalles contadores trifásicos de la Comunidad de Propietarios San Antonio nº12. ....	51
Cuadro 4.15. Ilustración de ambos locales planteados dentro del edificio. Cuadro 4.16. Detalles contadores trifásicos de la Comunidad de Propietarios San Antonio nº12. ....	51
Cuadro 4.17 Detalle de imágenes tomadas, en la visita junto al técnico, de la máquina de ascensor comunitario. ....	52
Cuadro 4.18. Detalla de la ficha técnica original del ascensor marca Orona que se instaló en la Comunidad de Propietarios San Antonio nº12 en 2008.....	53
Cuadro 4.19. Ilustración tarificación con maxímetro. ....	55
Cuadro 4.20. Detalle de grupo extracción 2 del garaje pequeño. ....	58

Cuadro 4.21. Detalle de la ficha técnica de los motores, instalados en las puertas de garaje comunitarias, marca Erreka.....	59
Cuadro 4.22. Recorte de la factura correspondiente al periodo del 04/01/2020 a 04/03/2020 para el contador 1 de la Comunidad de Propietarios. ....	61
Cuadro 4.23. Recorte de la factura correspondiente al periodo del 04/01/2020 a 04/03/2020 para el contador 2 de la Comunidad de Propietarios. ....	62
Cuadro 4.24. Imagen de la Comunidad de Propietarios. ....	64
Cuadro 4.25. Detalle tridimensional del modelo de cálculo diseñado en CypeCAD MEP. ....	65
Cuadro 4.26. Detalle tridimensional de la planta 0 aislada, diseñado en CypeCAD MEP. ....	65
Cuadro 4. 27. Detalle constructivo del muro de fachada actual de la Comunidad de Propietarios. ....	66
Cuadro 4. 28. Detalle de termografías, antes y después de aplicar una solución basada en SATE Isover. ....	68
Cuadro 4.29. Detalle constructivo de las dos opciones de muro de fachada ensayadas como propuesta de mejora de la envolvente de la Comunidad de Propietarios. ....	69
Cuadro 4.30. Detalle de la ejecución del cálculo con el software CypeCAD .....	70
Cuadro 4. 31. Recorte de la memoria de materiales generada por CypeCAD MEP tras el cálculo del modelo de mejora propuesto. ....	74

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 3. 1 Consumo energético total por zonas del mundo y años. ....	19
Gráfico 3.2. Consumo energético total en España por años. ....	20



## 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, el uso responsable y eficiente de los recursos energéticos a nivel mundial es un tema de vital importancia, al que cada año que pasa, se le está dando mayor visibilidad y peso. Esto se explica por la necesidad que están sufriendo los distintos países y áreas económicas de todo el globo de conciliar el desarrollo económico e industrial, tecnológico y social, con el cuidado y respeto al medio ambiente sobre el que todos vivimos y del que dependemos.

La demanda de energía a nivel mundial continúa creciendo año tras año y, en la última década, debido al fuerte incremento en el consumo por parte de los países en vías de desarrollo. Con los datos consolidados hasta el año 2018 que se manejan a nivel oficial, sabemos que la demanda de energía creció un 2.1% globalmente, con un crecimiento del 3% en países no miembros de la OCDE y un +1% en los países miembros. En este último grupo se encuentran muchos de los países que conforman la Unión Europea.

Desde este organismo, se están promoviendo políticas muy ambiciosas desde hace años, con el fin de conseguir que todos sus países miembros caminen juntos hacia una alta eficiencia energética y un aprovechamiento de recursos óptimo. Resultado de ello son el paquete de medidas sobre el clima y la energía 2020 y el marco sobre el clima y la energía 2030, donde, entre otros objetivos, se propone el conseguir por lo menos un 32.5% de mejora de la eficiencia energética, un 40% de reducción de las emisiones de gases causantes del efecto invernadero y llegar, al menos, a un 32% de energías renovables en el consumo final de energía.

Con todo ello, en nuestro país se han ido encadenando reformas para adecuarnos a conseguir estos objetivos. En el ámbito de la edificación, centrando el tema en el objetivo del presente estudio\*, se produjo un cambio importante tras la modificación del código técnico de la edificación en el año 2013 (CTE 2013) en el que se buscaba de manera clara una mejora en la eficiencia de los edificios. Según un artículo publicado en Prysmian (2019) “Los edificios son responsables del 40% del consumo de energía y del 36% de las emisiones de CO2 en la UE”.

Este objetivo se ha visto reforzado con la última reforma de este código, muy reciente en el tiempo, ya que fue ratificada a finales del mes de diciembre de 2019. Esta CTE 2019 se muestra continuista y apuesta de forma clara hacia unos requisitos más restrictivos. Así, esta última actualización normativa ha introducido importantes cambios en el Documento Básico de Ahorro de Energía DB-HE, que busca el conseguir un mayor ahorro en el consumo de energía.

Todo ello está enfocado en conseguir un nivel de exigencia alto en cuanto a estándares en la construcción, para dotar al parque de nuevos edificios de un buen comportamiento en lo respectivo a la demanda energética. También será aplicable, en muchos de los casos, para la gran mayor parte de reformas o modificaciones de importancia en obra existente.

Lo anteriormente expuesto, además de la propia necesidad de la comunidad de vecinos objeto del estudio, ha dado como resultado el planteamiento de diferentes áreas de actuación, de una relación de mejoras para la obtención un incremento de la eficiencia tecnológica y en el uso de los diferentes sistemas intervinientes dentro de las zonas comunes que conforman la Comunidad de Propietarios San Antonio 12.

[6][10][14][15][16][24][27][39][60]



## 2. ALCANCE Y OBJETIVOS

Tras haber analizado las necesidades manifestadas por la propiedad y llevar a cabo un primer análisis de diferentes áreas del edificio comunitario, se procede a fijar unos objetivos para estudiar y presentar una serie de actuaciones de mejora enfocadas en conseguir lo siguiente:

- La mejora de la eficiencia energética general.
- El uso correcto y racional de los recursos comunes, sin que el confort de los vecinos disminuya.
- La necesidad de promover un ahorro económico real de impacto y sostenido en el tiempo, el cual se vea reflejado en los presupuestos comunitarios anuales.
- El enfoque para plantear intervenciones realistas y que cumplan con las exigencias manifestadas se ha establecido en base a estos objetivos requeridos.

Para ello se ha planteado su abordaje enfocándolo en dos bloques principales.

Un primer bloque (A) basado en 3+1 áreas de mejora sobre: la iluminación general y garajes, los altos consumos en trasteros y la inclusión de maxímetros en ambos contadores comunitarios. Las actuaciones sobre estas tres áreas darán como resultado una propuesta en un área final que engloba las tras previas, la cual tendrá su materialización justificada mediante un ajuste en la potencia máxima contratada en los dos contratos eléctricos comunitarios.

En un segundo grupo (bloque B), se lleva a cabo una propuesta de mejora en toda la envolvente del edificio. Esta se ha realizado tras la manifestación de una necesidad real de actuaciones de mantenimiento profundas en la fachada, por parte de la comunidad de propietarios. A pesar de que estas deficiencias únicamente implican un impacto visual a día de hoy en el edificio, serán una demanda clara para el correcto mantenimiento de la salubridad de la envolvente en los próximos años.



### 3. ESTADO DEL ARTE

Dentro de este apartado, se enfocará el tratamiento de las cifras macro más relevantes en base a datos consolidados a nivel global en lo referente a la demanda energética de electricidad y de gas natural. Posteriormente, se centrará en las demandas y consumos del sector residencial en España.

Se continuará con tres puntos, más enfocados dentro del estudio de mejoras. Estos serán la iluminación (incluyendo un resumen de los tipos de tecnologías existentes), el sobredimensionamiento en la potencia máxima contratada que existe en muchos edificios y, para finalizar, una breve mención de los diferentes sistemas de aislamiento de fachadas para la mejora de las envolventes de los edificios, ya sea en nueva construcción o en reforma y rehabilitación.

A nivel global, como se comentaba en la introducción, puede decirse que la demanda de energía continúa en aumento cada año. Dentro de ella, la demanda de energía eléctrica sufrió un incremento de un 3% en 2018 nivel mundial y, a su vez, la demanda de gas natural un 5%, experimentando un gran auge. Si bien Europa, se encuentra estabilizada en un crecimiento muy lento, compensado unos países con otros, en los últimos años se está produciendo un leve descenso debido, entre otros motivos, a las políticas para la mejora de la eficiencia energética.

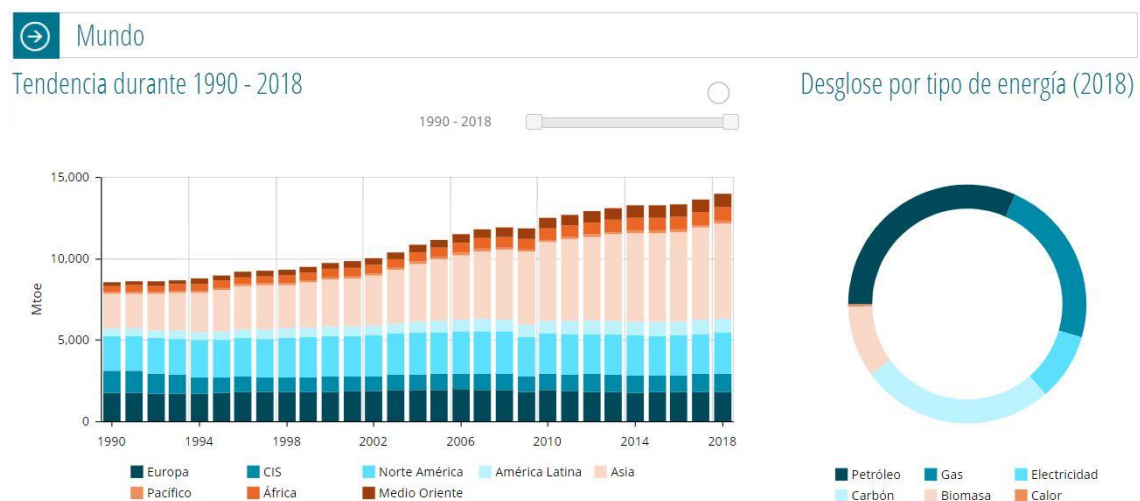


Gráfico 3. 1 Consumo energético total por zonas del mundo y años.

Fuente: Enerdata

Tras estos datos generales, se debe comentar que, en el sector residencial en nuestro país, las energías que más intervienen dentro del consumo de edificios de forma directa son la eléctrica para todos los sistemas, electrodomésticos, equipos etc. Y la de gas para calefacción.

En el siguiente gráfico se presenta la evolución de la demanda energética en España desde 1992 al 2018, todo ello acompañado de un gráfico con el desglose, por tipos de energía, del año 2018, donde la energía eléctrica total supone el 21%.

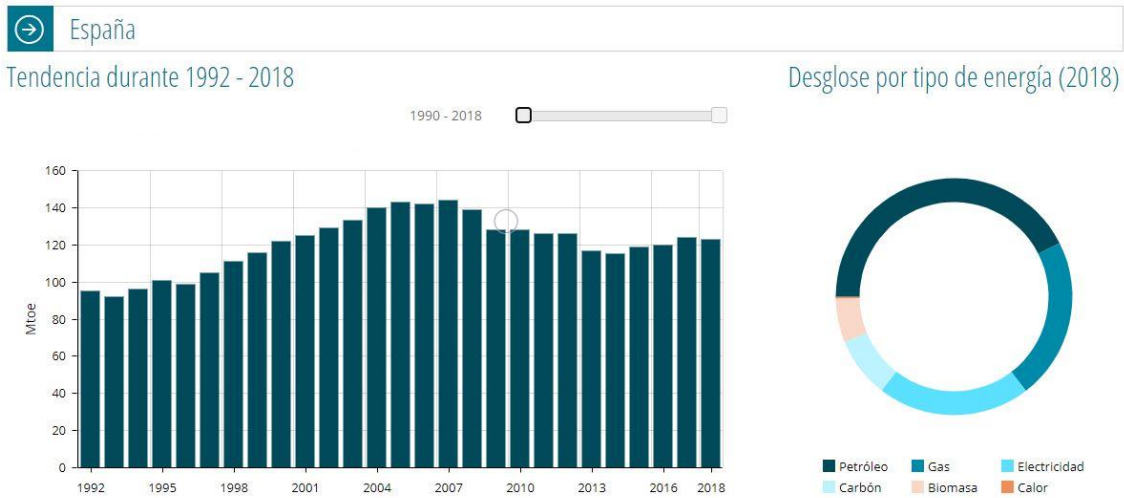


Gráfico 3.2. Consumo energético total en España por años.

Fuente: Enerdata

Del total de demanda, algo por encima de los 123 Mtoe (millones de toneladas de crudo equivalente) que se experimenta en nuestro país en el sector residencial, según fuentes del IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía), supone en torno al 17% de este consumo final total, y el 25% dentro de la demanda de energía eléctrica. Esto es más de un 5% de la energía total demandada a nivel país solo para consumo eléctrico residencial, que se traduce en 6.46 Mtoe.

De acuerdo al informe elaborado por el IDEA sobre consumos del sector residencial en España, su quinto punto recoge la relación del porcentaje de consumo según servicios.

**5.- Estructura del Consumo Total (%) según Servicios**

Calefacción:	47,0%
ACS:	18,9%
Cocina:	7,4%
Refrigeración:	0,8%
Iluminación:	4,1%
Electrodomésticos:	19,4%
Standby:	2,3%

Cuadro 3.1. Detalle del informe Consumos del Sector Residencial en España elaborado por el IDEA.

Fuente: IDAE

De estos porcentajes, relacionándolo con las diferentes áreas que se analizarán para plantear soluciones de mejora en este estudio, se aprecia que estas mejoras

intervendrán de forma directa, reduciendo el consumo para calefacción, cocina, refrigeración e iluminación.

[6][15][27][35][39][55]

En cuanto a la iluminación, existen una serie de diferentes tecnologías recogidas en tres grandes familias.

- Lámparas incandescentes:
  - Incandescentes convencionales (prohibida su fabricación en EU desde 2012).
  - Incandescentes halógenas (prohibida fabricación en EU desde 2018).
- Lámparas de descarga:
  - Fluorescente o vapor de mercurio a baja presión (VMBP).
  - De vapor de mercurio a alta presión (VMAP).
  - De halogenuros metálicos (sub grupo de VMAP).
  - Vapor de sodio a baja presión (VSBP).
  - Vapor de sodio a alta presión (VSAP).
- LED (Light-Emitting Diodes).

Se han agrupado en el siguiente cuadro sus características principales para poder hacer una comparación rápida entre ellas.

	Eficiencia	IRC	Precio	Vida (Horas)	Encendido	Eq. aux.	Perd. calor	T. reencendido	Otros
Incandescente convencional	<20 lm/w	El mejor (100)	€	1000	Instantáneo	NO	Muchas	NO	Prohibidas UE 2012
Incandescente halógena	<30 lm/W	El mejor (100)	€	2000	Instantáneo	NO	Muchas	NO	Prohibidas UE 2018
Flourescente o VMBP	80 lm/W	Bueno (60-90)	€€	15000	Semi-Instan.	SI	Pocas	NO	
Vapor mercurio a alta presión o VMAP	60 lm/W	Bajo (40)	€€€	12000	Lento	SI	Medias	SI	
Halogenuros metálicos (subgrupo de VMAP)	70-90 lm/W	Bueno (60-90)	€€€€	10000	Lento	SI	Pocas	SI	
Vapor sodio baja presión (SBP)	180 lm/W	El peor (~0)	€€€	15000	Lento	SI	Casi nulas	SI	Gran tamaño
Vapor sodio alta presión (SAP)	100 lm/W	Bajo (25)	€€€	15000	Lento	SI	Pocas	SI	Gran tamaño
LED	10-150 lm/W	Bueno (90)	€€	20000-50000	Instantáneo	SI	Pocas	NO	Soluc. compactas

Cuadro 3.2. Cuadro de comparación de parámetros para los diferentes tipos de lámparas.

Fuente: Elaboración propia

De todas ellas, la tecnología reina por excelencia es la basada en LED, ya que consigue en casi todos los apartados técnicos, ser la mejor opción o una de las mejores. Esto hace que sean empleadas en casi todos los ámbitos actualmente sin competencia.

El uso de las incandescentes se encuentra casi extinto en la UE, al haberse dejado de fabricar y solo manejarse el stock disponible.

Dentro de las lámparas de descarga, las de vapor de sodio se han empleado en iluminación de exterior, pero están siendo totalmente desbancadas por las lámparas

LED equivalentes para estos usos. En vapor de mercurio, las más empleadas y muy presentes todavía en edificación son las lámparas fluorescentes de tubo. Éstas, a su vez, también están siendo sustituidas por sus equivalentes en LED.

[9][56]

En lo referente a la potencia contratada, Francisco Valverde, presidente de la Asociación Nacional de Ahorro y Eficiencia Energética (ANAE) puso en manifiesto el sobredimensionamiento de la potencia contratada. En el año 2014 afirmó que “la sobrecapacidad de la potencia contratada tanto por los consumidores domésticos de electricidad como por los industriales es de 136 GW”.

Esto, como explica en el texto, es conocido por el hecho de que estos dos colectivos demandaron menos de 40GW en el año del informe, pero tenían contratados 175 GW de potencia.

[4][51][53][61]

En último lugar, se quiere hacer mención a los diferentes sistemas, que en la actualidad se están implementando en la rehabilitación de fachadas las envolventes de los edificios.

Se dejarán fuera los revestimientos basados en enfoscados monocapa y los enfoscados con mortero de cemento, ya que estos dos sistemas no plantean mejora alguna en cuanto a ahorro energético por la mejora de las propiedades térmicas y acústicas de la envolvente sobre la que se aplican.

Así, en la actualidad, se emplean dos sistemas: ETICS/SATE o fachada ventilada cuando se quiere conseguir una mejora en la envolvente de una edificación (en el caso de una rehabilitación o en el caso de obra nueva) y si se quiere cumplir con los estándares actuales de confort y rendimiento térmico en fachadas.

#### Sistema con fachada ETICS/SATE

El SATE (Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior) o del ETICS (External thermal insulation composite systems) es un sistema que consiste en la colocación de planchas de diferentes materiales aislantes fijados al exterior del edificio. Esta fijación tiene lugar con soluciones de fijación mecánica además de diferentes adhesivos.

Las placas de aislante, por lo general, son de poliestireno expandido (XPS) o de soluciones basadas en lana mineral. Sobre estas planchas de aislante se aplican las capas finales de acabado que conforman la capa más exterior del conjunto de revestimiento del sistema. Hay gran variedad de tipos de acabado y colores.

En fachadas rehabilitadas con SATEs se pueden conseguir ahorros energéticos en torno al 45% y mejoras del 30% en el aislamiento acústico, pudiendo en algunos casos superarse estos porcentajes bajo determinadas situaciones y empleando materiales de alta calidad en las planchas de aislante.

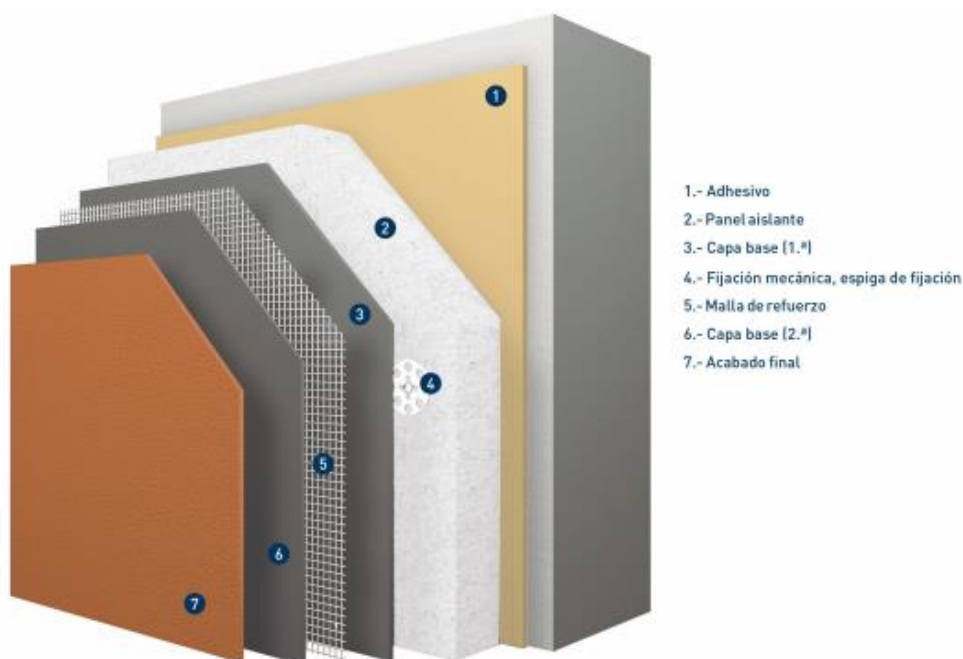
El coste de implantación de un sistema de este tipo viene determinado por el tipo de solución aislante a emplear, el grosor del mismo y el nivel de acabado exterior que se

quiera emplear. Para una instalación tipo y un acabado en acrílico de calidad normal, los precios se encuentran en el rango de 50-70 €/m<sup>2</sup>.

Es un sistema con una relación calidad-precio altísima, siendo un sistema versátil y simple de instalar mediante perfilería, que ofrece una alta durabilidad en el tiempo y unos mantenimientos bajos y puede respetar casi por completo la estética del edificio sobre el que se aplica.

Pasos para la instalación:

1. Preparación del muro soporte con tratamiento previo si fuese necesario. Este deberá estar completamente plano para que los paneles aislantes se adapten correctamente.
2. Arranque del sistema. Consiste en la colocación de un perfil, adaptado al espesor del aislante que se colocara, sobre el que comenzara a apoyarse la instalación.
3. Pegado y fijación de los paneles aislantes. Se aplicará un cordón de adhesivo en todo el perímetro de la placa y también por el centro del mismo.
4. Fijación mecánica mediante sistemas de taco plástico, aportadas por cada fabricante de este tipo de soluciones.
5. Aplicación del refuerzo de malla. Entre capas de mortero se coloca, embebida, una malla plástica necesaria para reforzar el conjunto.
6. Capa de acabado final. En este paso se aplica la capa de acabado, que puede ser acrílica o mineral, con diferentes opciones de terminación.



Cuadro 3.3. Detalle de componentes del sistema SATE.

Fuente: Aenor

### Sistema de fachada ventilada:

El sistema de fachada ventilada consiste en un tipo de cerramiento exterior para fachadas constituido por tres partes principales: una hoja interior, una capa aislante y una hoja exterior no estanca.

Los sistemas basados en fachadas ventiladas pueden suponer ahorros energéticos en torno al 50% y mejoras del 40% en el aislamiento acústico si están correctamente ejecutados. En este tipo de sistemas, el cuidado en la instalación es muy importante y son sistemas más complejos de instalar que los basados en SATE. Estos porcentajes de ahorro pueden llegar a verse incrementados con determinadas soluciones de alta calidad dentro de este sistema.

Para la implantación o rehabilitación con una fachada de este tipo, sabiendo que el coste puede dependiendo de los acabados a utilizar, se puede estimar entre 110-130 €/m<sup>2</sup> instalado para una solución estándar con piezas cerámicas y un grosor de aislante habitual.

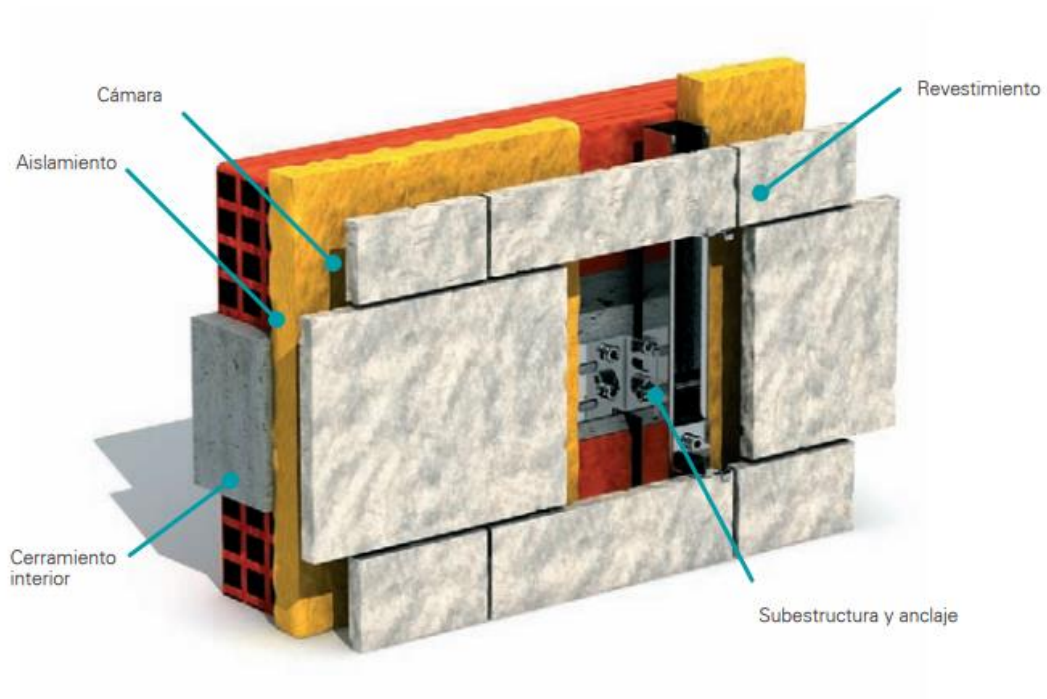
Este tipo de solución, posiblemente la más potente a nivel técnico en fachadas, presenta una alta durabilidad y es la mejor solución actualmente para el aislamiento térmico en verano. Se ha de indicar que la estética del edificio sí se verá alterada, ya que no se podrá conseguir el mismo acabado del estado previo a la intervención, ya que este tipo de soluciones, al tener que generar una cámara de aire, necesitan de la colocación de paneles en la capa más exterior, dando ese acabado característico de este tipo de soluciones.

Para su colocación tras la adecuación de la fachada existente, se ancla sobre ella una estructura metálica ligera que será el soporte de la hoja exterior de acabado. Además, rodeando a esta estructura y ocupando toda la superficie se coloca una capa de aislamiento con mortero y tacos plásticos.

A continuación, se deja una cámara de aire, y posteriormente se fija la capa final con las piezas de acabado. Estas pueden ser de diferentes materiales: maderas, piedra, cerámicos, etc.

Dentro de la capa de acabado quedan presentes unas ranuras que son las encargadas de permitir la ventilación de la cámara de aire.





*Cuadro 3.4. Detalle de elementos constructivos en un sistema de fachada ventilada.*

*Fuente: Dicon.es*

[1][2][3][12][23][36][37][41][43][44][54]



## 4. METODOLOGÍA

Se plantea una metodología fácil de abordar y explicar. Dicha metodología se expone en tres fases, las cuales se repiten en el desarrollo de las diferentes áreas de actuación.

### Fase 1

Una primera fase esta de estudio de la situación previa, en la que se cuantificará y verificará el estado actual del edificio en las diferentes áreas de actuación fijadas en el capítulo 2 de alcance y objetivos. Esta es una fase vital, ya que los datos captados en esta fase, serán utilizados para calcular el ahorro o mejora final que se producirá, en el caso de que se adopte la medida de mejora propuesta.

### Fase 2

En esta segunda fase se planteará la propia medida de mejora, la cual habrá sido resultado del análisis de necesidades planteado en los objetivos y de la recopilación de datos llevada a cabo en la primera fase.

### Fase 3

En esta última fase, se realizará el análisis y comparación (si se aplica) de la situación previa frente a la proyección de la situación tras las medidas que han resultado propuestas para cada apartado de los dos puntos o áreas de actuación que conforman los dos bloques generales planteados en el alcance del estudio de mejoras.

Por otro lado, en un subapartado dentro de esta fase, se intentará dar una aproximación del coste que puede tener una medida tipo similar a la propuesta como medida de mejora.

Es necesario indicar que no se tratará de un apartado de mediciones y presupuesto al uso. Por ello, ni se busca ni se pretende, por sobrepasar los límites de este estudio en el que el encargo principal era conocer que medidas puede tomar la comunidad de vecinos para mejorar diferentes problemáticas presentes en los edificios.

### 4.1 BLOQUE A.

El bloque A está compuesto por 3+1 áreas de mejora:

- Iluminación general y garajes.
- Uso racional y consumo excesivo en trasteros.
- Máxímetros en ambos contadores.
- Bajada del término de potencia máxima contratada, englobando los puntos previos y como resultado de la mejora en las anteriores áreas.

#### 4.1.1 Iluminación general y garajes

En esta área, se abordó un análisis integral de todos los grupos de luminarias, encargadas de iluminar en las diferentes zonas comunes y estancias de la Comunidad de Propietarios San Antonio 12. Todo esto se realiza con el fin de proceder a desarrollar un

informe sobre la mejor medida a adoptar, para conseguir una mejora de rendimiento y su consiguiente ahorro para el conjunto de residentes.

#### *4.1.1.1 Fase 1. Iluminación*

##### *4.1.1.1.1 Antecedentes y datos tomados*

En esta área se procede a una visita de todas las instalaciones comunitarias. La comunidad de propietarios de San Antonio 12 consta de un bloque repartido en dos volúmenes principales, similar estos a una forma en “L”, pero con un ángulo obtuso en la unión. Así, el bloque queda conformado por el edificio 1 y el edificio 2, siendo este segundo aproximadamente del doble de longitud que el primero. En ambos, el reparto consta de una red de pasillos ocupando todo el largo. A su vez, cuentan con un grupo de escaleras central cercano a la unión de ambos edificios, al que se suman otros dos grupos de escaleras secundarias en los extremos de los pasillos. Como resultado, disponemos de 3 pasillos principales en el edificio 1 y 4 pasillos principales en edificio 2, distribuidos a lo largo de varias plantas. Asimismo, se suman varios distribuidores, los tres bloques de escaleras comentados anteriormente, el garaje 1 y 2 (uno en cada edificio) y 3 pasillos que conforman el acceso a los diferentes trasteros individuales.



*Cuadro 4.1 Captura aérea Edif. 1 y 2 de la C.P. San Antonio nº12.*

*Fuente: [google.es/maps](https://www.google.es/maps)*

A continuación, se presenta un cuadro resumen elaborado tras la visita al bloque de viviendas para la toma de datos de iluminación. En él, se recogen un total de 28 locales o zonas, junto al número de unidades, tipo etc.

Cuadro 4.2. Distribución de recintos y luminarias ZZ.CC.

Fuente: Elaboración propia

DISTRIBUCIÓN DE RECINTOS Y LUMINARIAS ZZ.CC.							
NÚMERO	PLANTA	EDIFICIO	DESCRIPCIÓN	Nº LUMINARIAS	TIPO LUMINARIA	ACCIONAMIENTO	DISPOSICIÓN
Local 1	-2	1	Garaje pequeño	6	Pantallas T8	Temporizado	2x120cm
				2	Pantallas T8	Fijo	2x120cm
Local 2	-2	1	Hall Garaje pequeño-Escalera 2	1	Plafón techo S	Temporizado	1xE27
Local 3	-2	1	Escalera 2	1	Plafón techo S	Temporizado	1xE27
				2	Aplique pared	Temporizado	1xG9
Local 4	-1	1	Pasillo (-1)	8	Plafón techo D	Temporizado	2xE27
Local 5	-1	1	Hall Exterior-Pasillo-Garaje grande	1	Plafón techo D	Temporizado	2xE27
Local 6	-1	2	Garaje grande	10	Pantallas T8	Temporizado	2x120cm
				3	Pantallas T8	Fijo	2x120cm
Local 7	-1	2	Hall Garaje grande-Escalera 1	1	Plafón techo S	Temporizado	1xE27
Local 8	-1	2	Escalera 1	1	Plafón techo S	Temporizado	1xE27
				2	Aplique pared	Temporizado	1xG9
Local 9	-1	2	Hall Garaje grande-Trasteros (-1)	1	Plafón techo S	Temporizado	1xE27
Local 10	-1	2	Trasteros -1 SUR	5	Pantallas T8 S	Temporizado	1x120
Local 11	-1	2	Trasteros -1 NORTE	4	Pantallas T8 S	Temporizado	1x120
Local 12	-1	2	Hall Garaje grande-Escalera 3	1	Plafón techo S	Temporizado	1xE27
Local 13	-1	2	Escalera 3	1	Plafón techo S	Temporizado	1xE27
				2	Aplique pared	Temporizado	1xG9
Local 14	0	1 y 2	Pasillo (0)	29	Plafón techo D	Temporizado	2xE27
				3	Plafón techo D	Fijo	2xE27
Local 15	0	2	Escalera 1	1	Plafón techo D	Temporizado	2xE27
				2	Aplique pared	Temporizado	1xG9
Local 16	0	2	Hall Pasillo-Trasteros (0)	1	Plafón techo S	Temporizado	1xE27
Local 17	0	2	Trasteros (0)	6	Pantallas T8 S	Temporizado	1x120
Local 18	0	2	Escalera 3	2	Aplique pared	Temporizado	1xG9
Local 19	+1	1	Pasillo	10	Plafón techo D	Temporizado	2xE27
Local 20	+1	2	Pasillo	16	Plafón techo D	Temporizado	2xE27
				3	Plafón techo D	Fijo	2xE27
Local 21	+1	2	Escalera 1	1	Plafón techo D	Temporizado	2xE27
				2	Aplique pared	Temporizado	1xG9
Local 22	+1	2	Escalera 3	2	Aplique pared	Temporizado	1xG9
Local 23	+2	2	Pasillo (+2)	18	Plafón techo D	Temporizado	2xE27
				3	Plafón techo D	Fijo	2xE27
Local 24	+2	2	Escalera 1	1	Plafón techo D	Temporizado	2xE27
				2	Aplique pared	Temporizado	1xG9
Local 24	+2	2	Escalera 1	1	Plafón techo D	Temporizado	2xE27
				2	Aplique pared	Temporizado	1xG9
Local 25	+2	2	Escalera 3	2	Aplique pared	Temporizado	1xG9
Local 26	+3	2	Pasillo	14	Plafón techo D	Temporizado	2xE27
Local 27	+3	2	Escalera 1	1	Plafón techo D	Temporizado	2xE27
Local 28	+3	2	Escalera 3	0	Aplique pared	Temporizado	1xG9

Cuadro resumen de la distribución de luminarias en cada recinto de las zonas comunes del edificio 1 y 2.

#### 4.1.1.1.2 Tipo de luminarias existentes

A lo largo de las diferentes zonas se identifican cinco tipos de luminarias instaladas:

- Pantallas fluorescentes dobles estancas, equipadas con tubos de 120cm tipo T8, reactancias y cebadores. Poseen un consumo de 36W por tubo + 5W<sup>1</sup> de la reactancia de arranque.
- Pantallas fluorescentes simples, equipadas con tubo 120cm tipo T8, reactancia y cebador. Realizan un consumo de 36W por tubo + 5W de la reactancia.

<sup>1</sup> Consumo estimado para la reactancia de arranque en tubos fluorescentes. Se toma como referencia que una reactancia electrónica tiene un consumo entre 1-4W y una convencional entre 5-10W, para los cálculos sabiendo que son del tipo convencional tomaremos el dato más favorable.

- Plafones circulares en cristal con aro metálico. Están equipados con dos casquillos tipo E27 donde van conectadas las bombillas de incandescencia. El conjunto presenta un consumo de 120W.

Se observa, además, que en muchos casos solo está operativa una de estas bombillas. Hecho que, tras preguntar a responsables de la comunidad, se produce a propósito, fue una medida “parche” tomada en una de las juntas. Esto era debido al alto gasto anual en iluminación y material en cuanto a bombillas para las reposiciones.

- Plafones ovalados en cristal con protección metálica, los cuales cuentan con un casquillo tipo E27 donde rosca una bombilla de incandescencia. Estos puntos de luz presentan también un consumo un consumo de 60W.
- Plafones circulares pequeños en cristal con aro metálico. Disponen de un conector tipo G9 conectado a una bombilla halógena de bulbo pequeño. Presentan un consumo de 20W.

A continuación, se detalla una tabla agrupada de los datos tomados, clasificados por planta y tipo de luminaria junto el cálculo de número total de puntos de luz. Además, también se hace referencia a la disposición y el consumo en W de cada uno de los conjuntos de luminaria + lampara existentes.

DISTRIBUCIÓN LUMINARIAS POR PLANTA Y TIPO								
LOCALES	PLANTA	EDIFICIO	TIPO LUMINARIA	TECNOLOGÍA	DISPOSICIÓN	Nº LUM.	TOT. PTOS LUZ	DIST CONSUMO (W)
L1-L3	-2	1	Tubo 120 doble	Fluorescente	T8 2x120cm	8	16	36W+5W
			Tubo 120 simple	Fluorescente	T8 1x120cm	0	0	36W+5W
			Plafón techo doble	Incandescencia	2xE27	0	0	60W
			Plafón techo simple	Incandescencia	1xE27	2	2	60W
			Aplique pared	Halógena	1xG9	2	2	20W
L4-L13	-1	1y2	Tubo 120 doble	Fluorescente	T8 2x120cm	13	26	36W+5W
			Tubo 120 simple	Fluorescente	T8 1x120cm	9	9	36W+5W
			Plafón techo doble	Incandescencia	2xE27	9	18	60W
			Plafón techo simple	Incandescencia	1xE27	5	5	60W
			Aplique pared	Halógena	1xG9	4	4	20W
L14-L18	0	1y2	Tubo 120 doble	Fluorescente	T8 2x120cm	0	0	36W+5W
			Tubo 120 simple	Fluorescente	T8 1x120cm	6	6	36W+5W
			Plafón techo doble	Incandescencia	2xE27	33	66	60W
			Plafón techo simple	Incandescencia	1xE27	1	1	60W
			Aplique pared	Halógena	1xG9	4	4	20W
L19-L22	1	1y2	Tubo 120 doble	Fluorescente	T8 2x120cm	0	0	36W+5W
			Tubo 120 simple	Fluorescente	T8 1x120cm	0	0	36W+5W
			Plafón techo doble	Incandescencia	2xE27	20	40	60W
			Plafón techo simple	Incandescencia	1xE27	0	0	60W
			Aplique pared	Halógena	1xG9	4	4	20W
L23-25	2	2	Tubo 120 doble	Fluorescente	T8 2x120cm	0	0	36W+5W
			Tubo 120 simple	Fluorescente	T8 1x120cm	0	0	36W+5W
			Plafón techo doble	Incandescencia	2xE27	22	44	60W
			Plafón techo simple	Incandescencia	1xE27	0	0	60W
			Aplique pared	Halógena	1xG9	4	4	20W
L26-L28	3	2	Tubo 120 doble	Fluorescente	T8 2x120cm	0	0	36W+5W
			Tubo 120 simple	Fluorescente	T8 1x120cm	0	0	36W+5W
			Plafón techo doble	Incandescencia	2xE27	15	30	60W
			Plafón techo simple	Incandescencia	1xE27	0	0	60W
			Aplique pared	Halógena	1xG9	0	0	20W

Cuadro 4.3. Distribución luminarias por planta y tipo.

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.1.2 Fase 2. Propuesta de mejora en iluminación

##### 4.1.1.2.1 Análisis fase 1

Con los datos recogidos y tras su agrupación, se aprecia que hay mucho margen de mejora posible. Por ello, se debe actualizar el edificio a otro tipo de tecnología de iluminación que sea más moderna y eficiente.

Se produce un hecho reseñable en la documentación entregada sobre los mantenimientos, que no deja de ser curiosa. Todas las semanas de los dos últimos años (de los que se tiene registro), se ha registrado algún cambio de bombilla o tubo fluorescente, debido principalmente a la vida media de una bombilla de incandescencia que está en torno a las 500h, o bien al fallo en alguno de los conjuntos de reactancia + cebador + tubo. Esto hace muy viable el cambio de tecnología, ya que con supondrá una inversión mínima, si tenemos en cuenta el ahorro que supone la tecnología LED en mano de obra de mantenimiento, al ser mucho más robusta.

##### 4.1.1.2.2 Medida de mejora

Tras todos los antecedentes anteriores, como medida de mejora lógica se plantea el cambio y/o adaptación a una iluminación basada en tecnología LED en todo el bloque.

Por tanto, la medida propuesta consiste en pasar de las tres tecnologías presentes en las diferentes luminarias (halógenas, incandescentes y fluorescentes) a una solución equivalente basada en tecnología LED.

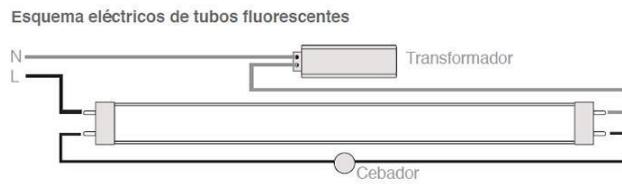
Detallando la mejora, se plantean en un cuadro las equivalencias en las sustituciones, para todas ellas se recomienda una temperatura de color en torno a los 6000K, que es una luz fría y más estimulante por sus tonos azules. Resulta muy conveniente para zonas de tránsito permanente, pasillos etc. Además, el rendimiento lúmenes por vatio consumido es algo mejor en luz blanca que en amarilla.

Tabla 4.1. Tabla con la propuesta de sustitución en led de cada tipo de luminaria existente.

Fuente: Elaboración propia

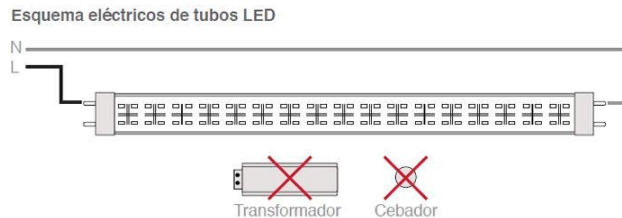
TIPO LUMINARIA	DISPOSICIÓN	TECNOLOGÍA	CONSUMO (W)		PROPUESTO TECNO. LED	CONSUMO (W)
Tubo 120 doble	T8 2x120cm	Fluorescente	36W+5W	→	T8 LED, ~6000K	18W
Tubo 120 d. (FIJO)	T8 2x120cm	Fluorescente	36W+5W	→	T8 radar LED 25-100%	5 a 20W
Tubo 120 simple	T8 1x120cm	Fluorescente	36W+5W	→	T8 LED, ~6000K	18W
Plafón techo doble	2xE27	Incandescencia	60W	→	E27, ~6000K	7W
Plafón techo simple	1xE27	Incandescencia	60W	→	E27, ~6000K	7W
Aplicador pared	1xG9	Halógena	20W	→	G9 5W, ~6000K	20W

- Pantallas fluorescentes dobles y simples. Éstas necesitarán de una adaptación a LED, retirando los conjuntos de reactancias y cebadores y conectando la porta tubos de forma directa al bornero de entrada de la luminaria. Una vez realizado este paso previo, se propone colocar tubos T8 LED de 120cm y 18W tipo estándar con una temperatura de en torno a los 6000K, de tipo luz día.



Cuadro 4.4. Ejemplo adaptación de luminaria fluorescente tradicional a tipo led directo.

Fuente: ledthink.com



- Pantallas fluorescentes que están fijas en los garajes. Serán equipadas con tubos T8 LED de 20W equipados con sensor radar, los cuales son más eficientes, ya que solo dará su iluminación máxima cuando se detecte presencia de personas. Si no, pasarán a iluminar con un 20% aproximadamente de su potencia, creando una luz de cortesía siempre presente que garantice un mínimo de seguridad y cumplimiento de la ley.
- Plafones circulares en cristal con aro metálico equipados con dos casquillos tipo E27, que permanecerán inalterados. Solo será necesaria la sustitución de estas bombillas de incandescencia por unas equivalentes en 7W LED en el entorno de los 6000K.
- Plafones ovalados en cristal con protección metálica. Equipados con un casquillo tipo E27, pasarán igualmente a sustituir las bombillas actuales de 60W incandescencia por unas 7W LED de en torno a los 6000K.
- Los plafones circulares pequeños en cristal con aro metálico y casquillo G9 se dejarán igualmente inalterados y se procederá a equiparlos con bombillas LED con conector G9 de 5W y con temperatura también en torno a los 6000K.

[29][30][32][40][46][47][48][49][52][62]

#### 4.1.1.2.3 Normativa a tener en cuenta

Cuando se produce una reforma para mejorar la iluminación en una edificación existente y esta supera el 25% de la superficie iluminada. se debe ajustar toda esta instalación nueva a la normativa vigente. Indicar que, en el caso de este estudio, las diferentes normas a consultar serán todas aquellas que afecten a la iluminación en interiores.

Dentro del Código Técnico de la Edificación (CTE), deberán consultarse y cumplirse:

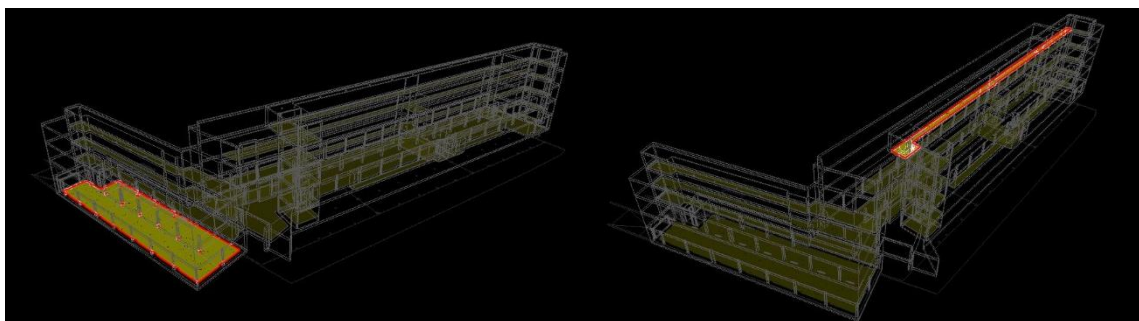
- HE-3 Condiciones de las instalaciones de iluminación.
- SUA 4 Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada.



Así mismo, indicar que toda la norma europea UNE-EN 12464, la cual especifica los requisitos de iluminación de los lugares de trabajo en interiores, se considera de referencia. Por tanto, deberá consultarse también y cumplirse.

En consecuencia, referidos a estas exigencias, y a modo de ejemplo demostración dentro de esta segunda fase, se dan las pinceladas de cómo deberían realizarse estas comprobaciones a lo largo de todos los espacios comunitarios que se adapten a tecnología led.

Se presentarán, a continuación, los diseños de espacios con el apoyo del software DIALux, así como los cálculos llevamos a cabo para verificar estos cumplimientos en dos áreas del bloque, ya que a modo ejemplo representativo se consideran suficiente. Estas serán el garaje pequeño, por su ejemplo con luminarias T8, y en segundo lugar, uno de los pasillos comunitarios con plafones exteriores, fijados al techo y dos bombillas internas.



Cuadro 4.5. Ilustración de ambos locales planteados dentro del edificio.

Fuente: elaboración propia sobre software DIALux

### Local 1: garaje

A la vista de la normativa, como parámetros principales, deberemos cumplir el VEEI que indica la HE-3, que es un parámetro para medir la eficiencia energética de una instalación y que se mide en  $W/m^2$  por cada 100 lux. Para cumplirla, se debe obtener un valor de VEEI inferior al indicado en la tabla 2.1 de máximos admisibles por la norma, según el tipo de recinto. Una vez realizado el conjunto de todos los locales, se deberá verificar el cumplimiento de la tabla 2.2, la cual indica los vatios  $W/m^2$  máximos permitidos.

Además, en la SUA-4 nos indican como valor mínimo admisible un valor de iluminancia media de 50 lux. Este valor, si bien es mínimo de seguridad, se ve ampliado tras consultar la UNE 12464-1, en donde se especifica 75 lx como mínimo y será el recomendado que deberíamos intentar alcanzar.

Datos de cálculo para local 1, garaje.

- Eficiencia energética mínima de la instalación  $VEEI \leq 4$  de la tabla 2.1 de la HE-3.
- Potencia total instalada en luminarias: será de 14 luminarias de 36W cada una, conformadas por dos tubos T8 LED de 18W.

$$P_{tot} (W) = 288 W$$

- Iluminancia media en el plano horizontal, que se ha calculado en DIALux. Es el cociente entre flujo luminoso y la superficie ( $lm/m^2$ )

$$E_m = 75.5 Lx$$

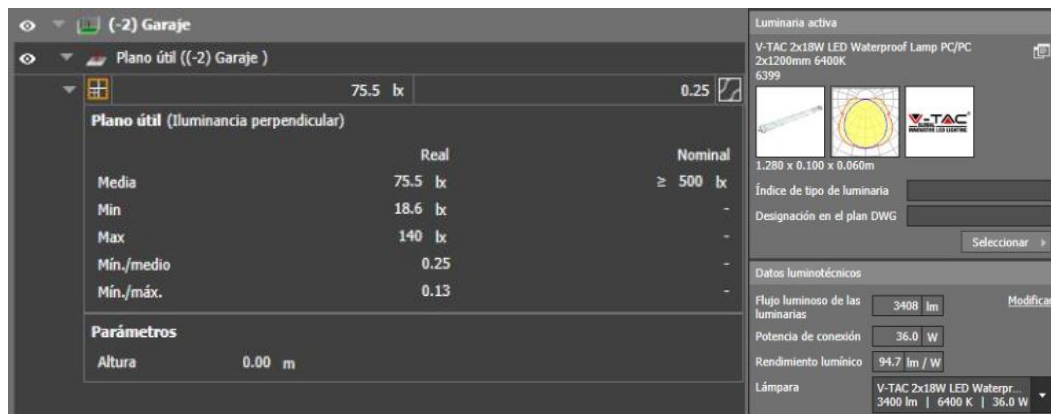
- Superficie del local objeto de cálculo, que se ha obtenido también del informe de DIALux calculado.

$$S (m^2) = 325.33 m^2$$

$$VEEI = \frac{(P_{tot} [W] \times 100)}{S [m^2] \times E_m [lx]}$$

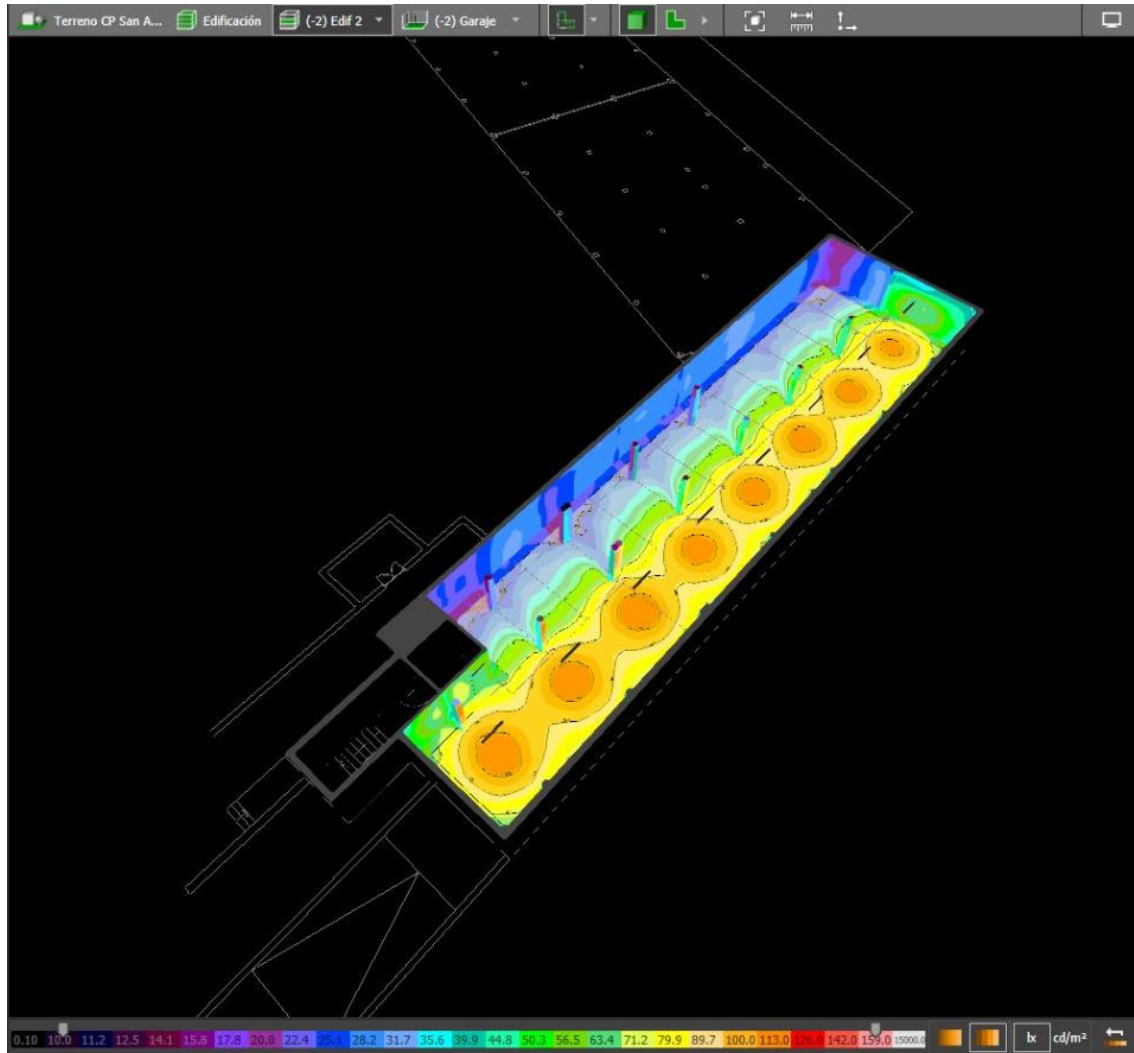
$$VEEI = \frac{(288 [W] \times 100)}{325.33 [m^2] \times 75.5 [lx]} = 1.17$$

$$VEEI = 1.17 \leq 4 \text{ y por tanto, cumple.}$$



Cuadro 4.6. Tipo de lámpara empleada para el cálculo, equivalente a la planteada en fase 2 y detalle cálculos obtenidos con DIALux para el local 1, garaje.

Fuente: elaboración propia sobre software DIALux



Cuadro 4.7. Solución gráfica de cálculo presentada por DIALux, detallado en “colores falsos” con los valores del cuadro anterior.

Fuente: elaboración propia con software DIALux

### Local 36: pasillo

A la vista de la normativa, como parámetros principales deberemos cumplir el VEEI que indica la HE-3, que es un parámetro para medir la eficiencia energética de una instalación. Se mide en  $W/m^2$  por cada 100 lux. Para cumplirla, se debe obtener un valor de VEEI inferior al indicado en la tabla 2.1 de máximos admisibles por la norma según el tipo de recinto.

Además, en la SUA-4 nos indican como valor mínimo admisible un valor de iluminancia media de 100 lux. Este valor coincide, además, con el indicado en la norma europea UNE 12464-1, en donde se especifica también 100 lx como valor mínimo de iluminancia media.

Datos de cálculo para local 36, pasillo.

- Eficiencia energética mínima de la instalación  $VEEI \leq 4$  de la tabla 2.1 de la HE-3.
- Potencia total instalada en luminarias será de 14 luminarias con 14W en total cada una, conformadas por dos bombillas de casquillo E27 y 7W cada una.

$$P_{tot} (W) = 196 W$$

- Iluminancia media en el plano horizontal, que se ha calculado en DIALux. Es el cociente entre flujo luminoso y la superficie ( $lm/m^2$ ).

$$E_m = 104 Lx$$

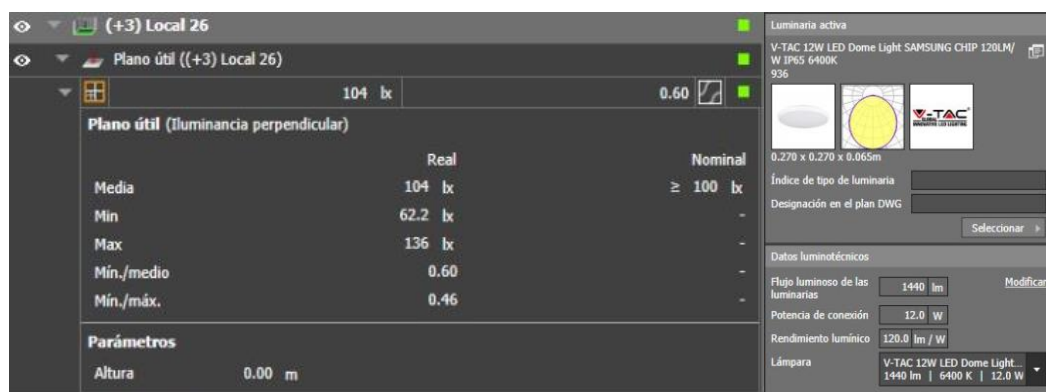
- Superficie del local objeto de cálculo, que se ha obtenido también del informe de DIALux calculado.

$$S (m^2) = 88.11 m^2$$

$$VEEI = \frac{(P_{tot} [W] \times 100)}{S [m^2] \times E_m [lx]}$$

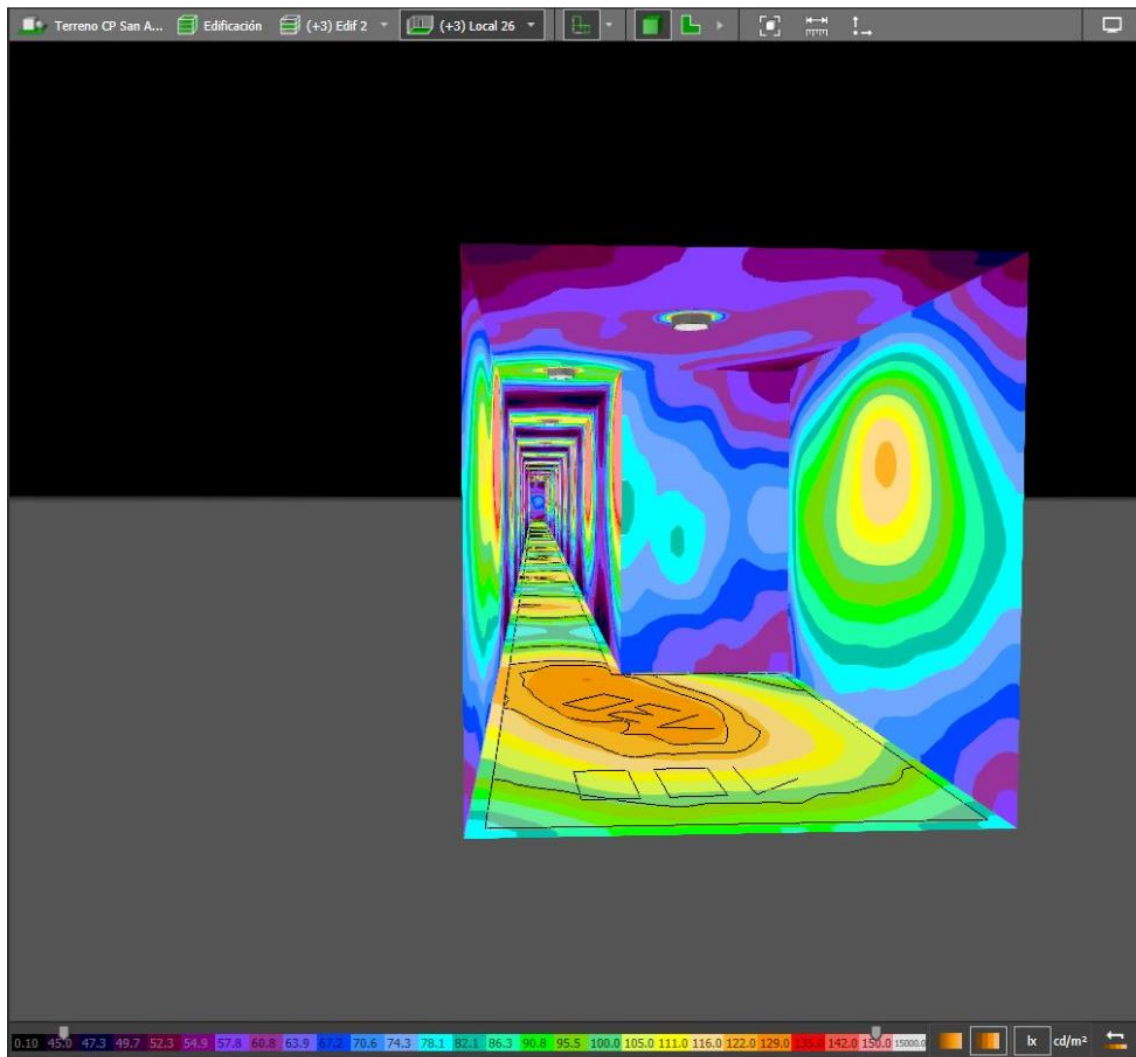
$$VEEI = \frac{(196 [W] \times 100)}{88.11 [m^2] \times 104 [lx]} = 2.14$$

$$VEEI = 2.14 \leq 4 \text{ y por tanto, cumple.}$$



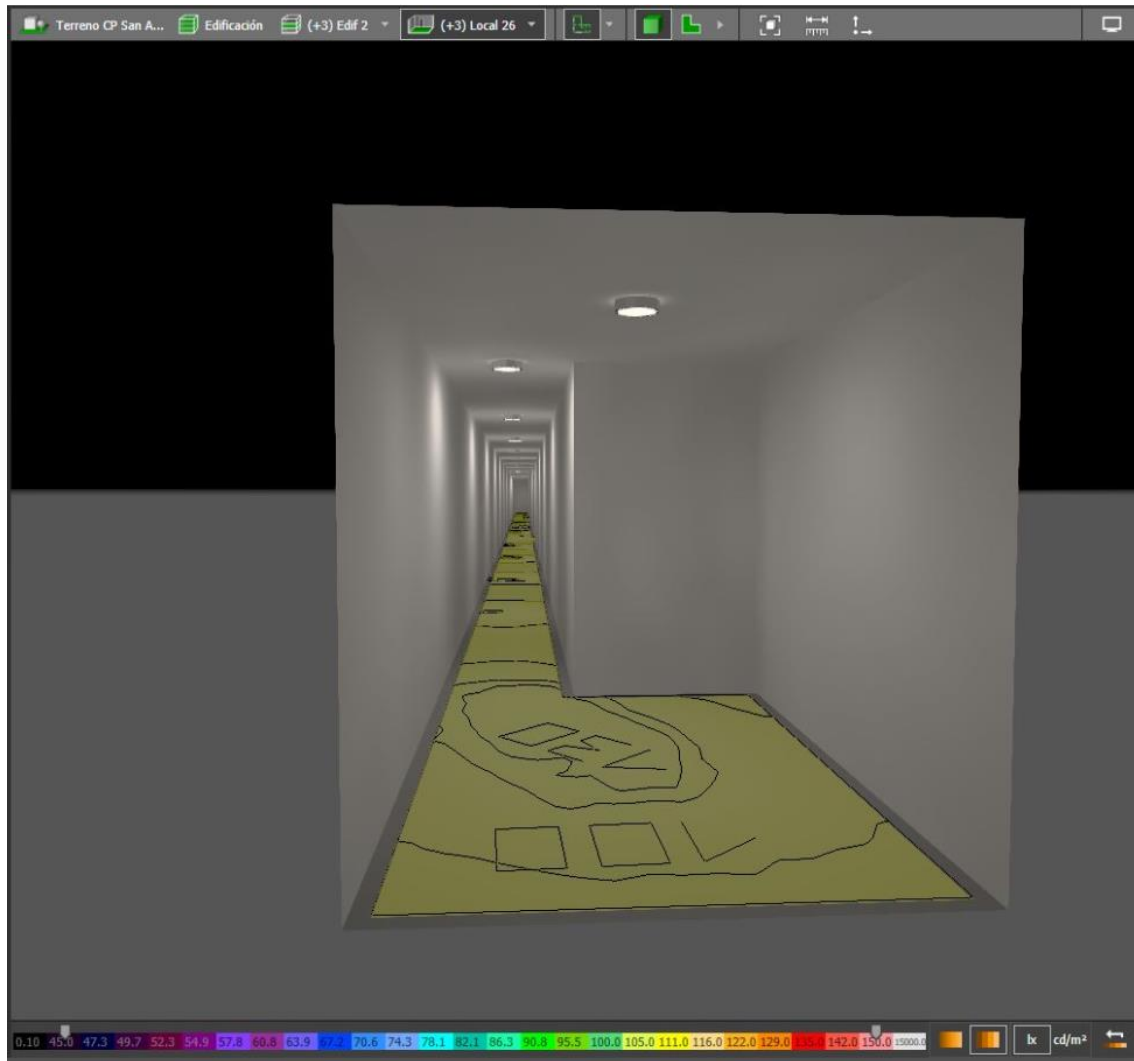
Cuadro 4.8. Tipo de lámpara empleada para el cálculo, equivalente a la planteada en fase 2 y detalle cálculos obtenidos con DIALux para el local 36, pasillo.

Fuente: elaboración propia sobre software DIALux



Cuadro 4.9. Solución gráfica de cálculo presentada por DIALux, detallado en “colores falsos” con los valores del cuadro anterior.

Fuente: elaboración propia con software DIALux



Cuadro 4.10. Solución gráfica de cálculo presentada por DIALux, detallado con los valores del cuadro anterior.

Fuente: elaboración propia con software DIALux

[9][19][20]

#### 4.1.1.3 Fase 3. Análisis

##### 4.1.1.3.1 Análisis comparativo situación actual vs propuesta

Para llevar a cabo el análisis comparativo, se ha planteado la una tabla dentro de una hoja de cálculo de Excel.

Se parte, en primer lugar, de las siguientes tablas con todos los datos referentes a los precios que tiene la comunidad actualmente con Endesa para términos de potencia y energía consumida. También se presenta la referencia de los consumos que se han tenido en cuenta para cada tipo de punto de luz interviniente.

Tabla 4. 2 . Tabla de precios Endesa Comercializadora.

Fuente: elaboración propia, basada en facturas aportadas por la C. Propietarios

Tabla de precios Endesa y % impuestos			
<b>P. Endesa</b>			
- Término potencia	0,13079	€/kW	
- Término energía	0,13238	€/kWh	
<b>Impuestos</b>			
- Impuesto eléctrico	5,11269632%	(s. subtot.)	
- IVA	21%		
Impuestos en total	27,1864%		

Tabla 4.3. Tabla consumo considerado por tipo de luminaria.

Fuente: elaboración propia

Tabla de consumo en vatios por tipo de luminaria		
T8 120cm + reactancia	36+5*	41 W
T8 120 led		18 W
T8 120 sensor 20-100	4 a 18**	11 W
E27 incandescente		60 W
E27 Led 6W		6 W
G9 Halógena		20 W
G9 LED		5 W
* 1-4W electrónicas y 5-10W convencionales		
** Como estimación para el calculo		
Considerare 1/2 del día al 100% 18W		
Considerare 1/2 del día al 20% a 4w		

Seguidamente, para poder obtener el cálculo del coste en euros anuales y poder plantear las comparaciones, los cálculos se han planteado en base a las siguientes horas de funcionamiento de cada tipo de luminaria. Se ha decidido, además, distinguir entre meses con horario verano y meses con horario invierno, con un incremento del 5% en este segundo caso respecto al primero.

Tabla 4.4. Estimación horas de uso diarias para cada tipo de luminaria.

Fuente: elaboración propia

Estimación de horas de uso por tipo de luminaria y época del año					
Tipo de luminaria	Horario Verano		Horario Invierno		Descripción de tipo de área
	% h/día [ON]	Tot. h/día	% h/día [ON]	Tot. h/día	
Tubo 120 doble [Temporizado]	10%	2,4	15%	3,6	Garajes
-Tubo 120 doble 20-100 [Sensorizado]	30%	7,2	30%	7,2	
Tubo 120 simple [Temporizado]	3%	0,6	8%	1,8	Zona Trasteros
Plafón techo doble [Temporizado]	10%	2,4	15%	3,6	Pasillos generales
- Plafón techo doble [Fijo]	100%	24	100%	24	
Plafón techo Simple [Temporizado]	10%	2,4	15%	3,6	Descansillos escalera
Apique pared [Temporizado]	10%	2,4	15%	3,6	

Tabla 4.5. Tabla comparativa de escenarios. Situación Original, situación actual y situación con propuesta de mejora a iluminación con tecnología LED.

Fuente: elaboración propia

Cálculo de consumos para tres situaciones. [Situación original]-[Situación existente]-[Situación tras cambio a LED]													Cálculo de costes para tres situaciones											
TIPO LUMINARIA	DISPOSICION	PLANTA EDIFICIO	LOCALES						Total puntos luz disponibles	Cons. situación ORIGINAL			Cons. situación EXISTENTE			Cons. con cambio a LED			Coste situación ORIGINAL		Coste situación EXISTENTE		Coste con cambio LED	
			L1-L3	L4-L13	L14-L18	L19-L22	L23-L24	L26-L28		Total W	kWh/día	kWh/día	Total W	kWh/día	kWh/día	Total W	kWh/día	kWh/día	€/día	€/día	€/día	€/día	€/día	€/día
			-2	-1	0	1	2	3		H. Verano	H. Invierno	H. Verano	H. Invierno	H. Verano	H. Invierno	H. Verano	H. Invierno	H. Verano	H. Invierno	H. Verano	H. Invierno	H. Verano	H. Invierno	
			1	1y2	1y2	1y2	2	2																
Tubo 120 doble [Temp.]		T8 2x120cm	6	10					32	1312	3,1488	4,7232	1312	3,1488	4,7232	576	1,3824	2,0736	0,4168	0,6253	0,4168	0,6253	0,1830	0,2745
-Tubo 120 doble 20-100 [senso.]			2	3					10	410	2,9520	2,9520	410	2,9520	2,9520	180	1,2960	1,2960	0,3908	0,3908	0,3908	0,3908	0,1716	0,1716
Tubo 120 simple [Temp.]		T8 1x120cm	9	6					15	615	0,3690	1,1070	615	0,3690	1,1070	270	0,1620	0,4860	0,0488	0,1465	0,0488	0,1465	0,0214	0,0643
Plafón techo doble [Temp.]		2xE27	9	30	17	19	15		180	10800	25,9200	38,8800	6480	15,5520	23,3280	1260	3,0240	4,5360	3,4313	5,1469	2,0588	3,0882	0,4003	0,6005
- Plafón techo doble [Fijo]				3	3	3			18	1080	25,9200	25,9200	648	15,5520	15,5520	126	3,0240	3,0240	3,4313	3,4313	2,0588	2,0588	0,4003	0,4003
Plafón techo Simple [Temp.]		1xE27	2	5	1				8	480	1,1520	1,7280	480	1,1520	1,7280	56	0,1344	0,2016	0,1525	0,2288	0,1525	0,2288	0,0178	0,0267
Apique pared [Temp.]		1xG9	2	4	4	4	4		18	360	0,8640	1,2960	360	0,8640	1,2960	90	0,2160	0,3240	0,1144	0,1716	0,1144	0,1716	0,0286	0,0429
										Totales	60,3258	76,6062	Totales	39,5898	50,6862	Totales	9,2388	11,9412	7,9859	10,1411	5,2409	6,7098	1,2230	1,5808
										Totales		€/año	Impuestos (27,186%)		€/año			€/año	3308,1881		2181,0095		511,6950	
												€/año			€/año			€/año	899,3760		592,9371		139,1113	
										Totales + impuestos		€/año			€/año			€/año	4207,5641		2773,9466		650,8063	



Para la comparación más exacta posible, se planteó esta gran tabla de cálculos. En ella, tenemos una primera zona con el conteo (para cada tipo de luminaria) de la cantidad de las mismas en cada local. Esto da lugar al número de puntos de luz totales.

Tras esto se plantean tres situaciones:

- Situación original, en donde se tienen en cuenta todos estos puntos de luz previamente contados funcionando con las tecnologías halógena, incandescente y fluorescente en cada caso.
- Situación existente o actual. Se ha querido contar con el estado actual el día de la visita de las instalaciones, en las cuales, como se indicó anteriormente, en los plafones de los pasillos se había decidido emplear solo uno de los casquillos E27. Esto da como resultado que no se hayan considerado las 99 luminarias con dos bombillas en cada una, sino que se ha disminuido contabilizando solo 20 de las 99 lámparas tiene actualmente dos bombillas operando.
- Situación resultante de aplicarse la adaptación de todas las luminarias del bloque a tecnología LED.

Con estas tres situaciones definidas y teniendo en cuenta las tablas de datos previas 4.2 y 4.4 se ha obtenido la energía consumida por día, en kWh/día para cada una de estas situaciones, separando horario de verano y horario de invierno.

Posteriormente, aplicando los precios de Endesa comercializadora de la tabla 4.3, se han obtenido los correspondientes costes en €/día igualmente para ambos horarios, invierno y verano. Después de esto, se obtiene el coste anual €/año para cada una de las situaciones planteadas. A esto se le suman el impuesto eléctrico en porcentaje y sobre este subtotal, se aplica finalmente el IVA del 21%.

Con esto, obtenemos que cuando se entregaron las viviendas, el bloque presentaría un coste anual en iluminación, basado en precios actuales, en torno a 4200 €/año. Con la situación presente, con muchas bombillas desconectadas (donde están dobles en la misma luminaria), obtenemos que se soporta un aproximado de 2770 €/año.

Este importe puede verse muy reducido aplicando la mejora propuesta, ya que se estima, bajo los mismos parámetros de cálculo, un gasto anual en torno a los 650 €/año, cumpliendo, además, con normativa más actual y volviendo a colocar dos bombillas de 7w en las luminarias de doble casquillo. Con ello, se consigue un nivel lumínico superior al actual.

[29][30][40][46][47][48][49][51][57][62]

#### *4.1.1.3.2 Presupuesto y amortización*

A continuación, se dará en formato tabla un desglose de precios, a modo de presupuesto simple orientativo, para poder tener un aproximado del coste que puede suponer la implantación de la medida de mejora propuesta en toda el área de iluminación.

Tabla 4.6. Desglose de precios, como presupuesto tipo para la implantación de la medida.

Fuente: elaboración propia

Desglose de precios				
Materiales				
Descripción		Cantidad	Importe u.	Importe
Tubo LED T8 , 18W , 120cm, Conexión dos Laterales, Blanco frío		47	4,95	232,65
Tubo LED T8 con Sensor Radar de presencia, 18W, 120cm, 20-100%, Blanco frío		10	11,95	119,50
Bombillas E27 LED 7W		206	1,95	401,70
Bombillas G9 LED		18	5,95	107,10
Subtotal materiales				860,95
Mano de obra				
Descripción		Horas	Importe h.	Importe
Mano de obra electricista para sustitución bombillas	8min x unidad	30,00	25	750,00
Mano de obra electricista en pantallas led dobles	30min x unidad	11,00	25	275,00
Mano de obra electricista en pantallas led simples	20min x unidad	5	25	125,00
Subtotal mano de obra				1150,00
Total, antes de impuestos				
				2010,95
21% IVA				422,30
Total				2.433,25 €

Con este desglose de importes pasamos a calcular, apoyándonos en los resultados de los cálculos realizados en la tabla 4.5, del tiempo necesario para amortizar la inversión, solamente teniendo en cuenta el ahorro energético y económico que supondría su adopción.

En primer lugar, calcularemos la diferencia de coste anual en €/año, entre la situación actual y la final con la instalación de los LED propuestos.

$$2773.95 \frac{\text{€}}{\text{año}} - 650.81 \frac{\text{€}}{\text{año}} = 2123.14 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

$$2123.14 \frac{\text{€}}{\text{año}} / 12 \frac{\text{meses}}{\text{año}} = 176.93 \frac{\text{€}}{\text{mes}}$$

Como el coste estimado de ejecución de la medida tiene un valor de 2433.25 €, tenemos como resultado que necesitaremos de un año y dos meses para amortizar la inversión:

$$2433.25 \text{ €} / 176.93 \frac{\text{€}}{\text{mes}} = 13.75 \text{ meses}$$

[21][33][46][47][48]

## **4.1.2 Uso racional y consumo excesivo en trasteros**

### *4.1.2.1 Fase 1. Trasteros*

#### *4.1.2.1.1 Antecedentes:*

Tras haber hablado con la propiedad del edificio, se pone de manifiesto la existencia de un malestar generalizado debido al hecho de que hay residentes que han montado diferentes instalaciones dentro de los trasteros comunitarios. Se indica, como petición, que se planteen las diferentes medidas que se consideren oportunas para limitar este tipo de conductas poco solidarias con el resto de vecinos. Se buscará, por tanto, poder bloquear este uso indebido o cuantificar estos consumos de alguna manera.

#### *4.1.2.1.2 Detalle del problema actual*

Cuando se investiga desde dentro de uno de estos trasteros, se nos indica que esto sucede de una forma incontrolada. Estos vecinos realizan un ramal alternativo desde la línea que entra en cada trastero para dar servicio al punto de luz ubicado en el interior. Existen residentes que han sacado varios enchufes, donde conectan máquinas de gimnasio, congeladores etc. Todos estos consumos se realizan a cargo de los contadores comunitarios.

Si bien el consumo de muchos de estos equipos fraudulentamente conectados no es muy alto, en muchos casos se suman varios trasteros con esta problemática. Esto genera consumos a lo largo de todo el día en los contadores. En números mensuales, el edificio soporta en las facturas comunitarias el consumo ilegal de varios vecinos, que roban electricidad comunitaria para fines propios.

Se visitaron los tres pasillos comunitarios que dan servicio a los diferentes bloques de trasteros y, con ayuda de una pinza amperimétrica en los dos cuadros eléctricos de servicio de estos pasillos, se realizaron medidas de comprobación. Uno de estos cuadros presentaba un consumo de 1.5A. Sin embargo, en el otro se estaban registrando 3A cuando, mientras se tenía la pinza conectada, pasaron a casi 5A. Es importante señalar que esta medida se llevó a cabo en un día aleatorio, como fue el día de la visita.

Además, la propiedad manifiesta que, en más de una ocasión, el PIA del cuadro eléctrico está saltado cuando algún vecino baja a los trasteros. Esto podría demostrar que el consumo, en momentos de coincidir varios trasteros con instalaciones fraudulentas, supera los 10A que tienen los dos PIA equipados en los cuadros eléctricos.

### *4.1.2.2 Fase 2. Propuesta mejora en trasteros*

#### *4.1.1.2.1 Análisis fase 1*

Considerando que tenemos tres ramales de pasillos donde se distribuyen los trasteros, y una vez probado que hay varios de ellos con instalaciones que se conectan fraudulentamente a la electricidad comunitaria, se procede a plantear un cálculo rápido

que ejemplifique con números lo descrito anteriormente, con el fin de obtener un valor en €/año.

Si tomamos, por ejemplo, el consumo registrado en la visita de 1.5A y casi 5A que obtuvimos con la pinza amperimétrica en los correspondientes cuadros eléctricos, se presentan los siguientes resultados:

Cuadro uno:  $1.5A \times 230V = 345W$

Cuadro dos:  $5A \times 230V = 1150W$

Precio de la energía consumida: 0.135 €/kWh

Se aplicarán los dos impuestos pertinentes en España:

- Impuesto electricidad: +5.11269632% + 21% IVA sobre este propio impuesto = 6.1864 %

- IVA en España: +21%

Estos dos impuestos se añadirán al subtotal de € anuales calculado a partir de los datos.

Además, supondremos para el ejemplo, que este consumo medido tiene lugar solo durante 4 horas diarias.

$$1495W \times \frac{1kW}{1000W} \times \frac{4h}{1d} \times \frac{0.135€}{1kWh} \times \frac{365d}{1año} = 294.66€/año$$

$$294.66 \frac{€}{año} \times (6.1864\% + 21\%) = 80.1087 \frac{€}{año} \text{ de impuestos}$$

$$\text{Esto hace un total de: } 294.66 + 80.11 = 374.77 \text{ €/año}$$

Con esto, podemos ver claramente que se presentan dos inconvenientes de continuar con esta situación. Por un lado, tenemos el propio gasto anual, el cual podría destinarse a otras actividades. En segundo lugar, se presenta la problemática de que no es lícito que el consumo de unos pocos sea sufragado por todos los miembros de la comunidad.

Además, debe señalarse que este cálculo previo es un ejemplo con estimaciones, pero se sabe que hay momentos en los que se ha llegado a consumos de en torno a los 10A, por lo que estos importes calculados podrían ser inferiores en algunos momentos, pero muy superiores en otros.

#### 4.1.1.2.2 Medida de mejora

En esta segunda área de actuación, se barajaron tres posibles medidas de mejora. Las tres solucionan el alto consumo en los trasteros comunitarios, que era la demanda principal. A continuación, se comentan cada una de ellas en detalle.

##### Opción 1: conexión a contador de cada vivienda.

Esta opción presenta, como principal inconveniente, la complejidad técnica de la misma debido a la situación actual de las instalaciones.

Por un lado, el sacar un ramal eléctrico desde cada vivienda se ha descartado por ser prácticamente inviable. Esto es debido a la situación de la vivienda respecto al trastero que la corresponde dentro del bloque de dos edificios. Hay viviendas situadas, por ejemplo, en la planta +1 del edificio 1 y tienen el trastero en la planta -1 del edificio 2 al fondo del mismo. Esto implica canaletas de superficie por todos los pasillos, muchos metros de cable y, en algunos casos, una pequeña obra para pasar soleras, entre otros.

Por otro, se planteó la opción de intentar conectar cada trastero por medio de un ramal justo a la entrada del contador de cada vivienda. Esto, que en un comienzo parece más sencillo, si bien tiene menos complejidad, implica mucho trabajo igualmente, debido a que los contadores de encuentran repartidos en dos zonas: unos en el edificio 1 y otros en el edificio 2. Pero, en cambio, los trasteros están todos distribuidos en el edificio 2, pero a su vez en dos plantas diferentes: unos compartiendo planta con viviendas y otros compartiendo planta con el garaje grande. Como puede entenderse, es la opción más compleja y cara.

Como única ventaja, además de solucionar el consumo fraudulento de algunos residentes, dejaría la posibilidad de que cada persona puede conectar aquellos equipos que quiera en su trastero.

##### Opción 2: contador individual en cada trastero.

Como segunda opción, se barajó la posibilidad de colocar cuadros de contadores individualizados en cada uno de los trasteros. Esta intervención, si bien es costosa, no lo es tanto como la primera. Requiere igualmente de documentación, muchas horas de mano de obra, materiales etc. Pero es menos compleja técnicamente que la opción primera.

Presenta el inconveniente de la necesidad logística de que, o bien la administración de la comunidad o bien una persona externa contratada pase para realizar lectura de los 42 contadores individuales de los trasteros. Con estas lecturas se pretende, a final de año, cuadrar con la empresa encargada de la administración de la comunidad, mediante el control por ejemplo con una hoja Excel. Es decir, que cada diciembre se calculase cuánto ha gastado cada vecino en su trastero del consumo comunitario total anual abonado por todos. Y, en la última cuota del año, que esta persona haga frente al pago de su parte.

Esta opción presenta muchas incomodidades en el plano de la gestión de cobros, pero dotaría a cada vecino de la posibilidad de, al igual que la opción anterior, conectar

aquellos equipos que considerasen oportunos, dentro de los límites de la instalación, ya que cada pasillo de trasteros está conectado a un cuadro con un PIA de 10A. Esto plantearía, problemas, pensando en el hecho de que un vecino, aunque pague su consumo, por ejemplo, 5A de forma constante, causaría que para el resto de 20 trasteros solo queden 5A a repartir.

Esta es, sin lugar a dudas, la peor de las opciones posibles, ya que ni es la mejor en cuanto a precio, ni en comodidad de gestión, ni por mejora en cuanto a libertad de conexión en los trasteros de equipos.

### Opción 3: sustitución PIA 10A por 1A

Buscando una solución que implicase el mejor coste económico posible, pero que diese a su vez una solución robusta, simple y completa al problema, se plantea la sustitución, en los dos cuadros eléctricos de los que dependen los trasteros, de los interruptores automáticos magnetotérmicos existentes (con una capacidad de 10A) por unos de similares características pero que estén tarados para cortar a 1A.

Esta opción limitaría el consumo teórico total de los trasteros de planta -1 y 0, pasando a permitir un consumo máximo 10 veces inferior al actual, en ambos cuadros eléctricos.

Con una pequeña inversión, tendríamos el siguiente planteamiento. Un consumo máximo teórico permitido antes de que el PIA 1A salte de 230W a repartir entre 18 trasteros en la planta -1 y otros 230W a repartir entre los 24 trasteros de la planta 0.

Contando que, en cada trastero, originalmente solo hay un punto con una bombilla e27 de incandescencia, instalado originalmente en la construcción del bloque, será la propia comunidad de propietarios quien facilitará a cada vecino una bombilla LED de 9W equivalente a una bombilla 75W incandescente, que es más que suficiente para este tipo de trasteros de unos 8m<sup>2</sup>. De esta manera, aunque el factor de simultaneidad en la planta primera fuese de 1 (implicando los 24 trasteros con su punto de luz encendido), tendríamos 216W de consumo y no se produciría corte alguno. Por otro lado, una persona que intentase, por ejemplo, conectar una cinta de correr, montar un taller etc. se encontrará con el problema de que, tras encender uno de estas máquinas eléctricas, el PIA del cuadro eléctrico exterior saltará, dando como resultado que resulte inviable conectar consumidores de corriente particulares a líneas costeadas conjuntamente por todos los vecinos.



*Cuadro 4.11.  
Interruptor automático  
magnetotérmico 2P 1A  
de Schneider Electric.*

*Fuente: Schneider  
Electric*

### Selección de mejor opción para propuesta de mejora en esta área

Para tomar la decisión en cuanto a la elección más correcta, se decide plantear una matriz de decisión. En ella se indican las tres opciones planteadas frente a diferentes factores de decisión de gran importancia, para llevar a cabo la implantación de las mismas.

A la hora de baremar en la tabla, se ha seguido una puntuación según la escala siguiente: desde (1) para el peor escenario, a un valor de (10) en el mejor escenario.

Tabla 4.7. Matriz de decisión de alternativas.

Fuente: elaboración propia

		Opciones		
		1ª Conexión a contador de cada vivienda	2ª Contador individual en cada trastero	3ª Limitación consumo mediante PIA 1A
Factores	Complejidad técnica de la instalación	1	6	10
	Coste mano de obra implantación	1	4	10
	Coste materiales	1	4	10
	Coste documentación, boletín etc.	3	5	10
	Complejidad operativa una vez adoptada la medida	10	3	9
	Mejora respecto a estado actual, en cuanto a permitir la conexión de equipos	10	2	1
Totales		26	24	50

Se parte del hecho de que las tres opciones solucionarían, cada uno desde un enfoque diferente, el problema planteado por la propiedad.

Con esto claro y tras un análisis de la matriz de decisión presentada, se extrae que la solución de mejora, más lógica y la que se planteara como medida de mejora propuesta final, es la sustitución de dos magnetotérmicos actuales de 10A por otros dos de 1A.

Destaca por encima de las otras dos debido a su baja complejidad y bajos costes en todas las áreas de implantación de la medida. Si bien no da opción a que los residentes puedan de forma legal instalar maquinas eléctricas o diferentes consumidores de corriente desde de sus trasteros, esto es algo que, originariamente, tampoco podía realizarse.

[7][17][21]

#### 4.1.2.3 Fase 3. Análisis

##### 4.1.2.3.1 Análisis comparativo situación actual vs propuesta

Para realizar el análisis, se decide dotarle de un punto de vista numérico que pueda poner valores sobre la mesa y así conseguir una mejor comprensión del rango de mejora final. Para ello, se ha procedido a plantear unos parámetros de cálculo que se consideran lógicos y acordes a una situación de condiciones normales, según los registros tomados en la visita al bloque con la propiedad.

Datos considerados para cálculo		
Precio energía consumida		0,135 €/kWh
Impuesto eléctrico	6,186362547 %	
Impuesto valor añadido, IVA	21 %	
Horas diarias consideradas	4 h	
Amperajes	"en tablas" A	
Voltaje instalación	230 V	
Formulación de cálculo		
(A)	$(A) \times (230V) \times (1kW/1000W) \times (h/1d) \times (€/kWh) \times (365d/1año) = €/año$	
(B)	$€/año \times (6.1864\% + 21\%) = €/año \text{ de impuestos}$	
(C)	$€/año \text{ consumo} + €/año \text{ impuestos} = €/año \text{ total}$	

Cuadro 4.12. Datos para el cálculo considerados en las tablas de comparación.

Fuente: Elaboración propia

De esta manera, se plantearán unas tablas, donde se aplicarán las fórmulas indicadas (A), (B) y (C). Ellas responden al precio €/año antes de impuesto de la energía consumida, el coste €/año de impuestos sobre el anterior importe, y en un tercer lugar, la suma de ambas para obtener el total anual estimado para el pago de la energía consumida en los dos bloques de trasteros comunitarios.

En estas tablas se plantean 4 escenarios, todas ellos, bajo el supuesto de consumo durante 4h diarias, señalando que parece más que probable, por los testimonios escuchados, que este valor sea muy conservador.

Habrà una primera columna considerando el consumo que se registró en la visita a los cuadros eléctricos de los trasteros. A continuación, se presentarán tres columnas más, en ellas se plantearán las situaciones de consumo mínimo, medio y máximo técnico respectivamente de la instalación. Dichos consumos están limitados en el cuadro eléctrico por el interruptor magnetotérmico comentado y que se plantea como objeto de mejora.

Tabla 4.8. Tabla de cálculos en la situación actual con magnetotérmicos de 10A.

Fuente: Elaboración propia

Situación actual con PIA's de 10A				
	Amperaje (A)			
	Medidos	Mín. técnico	Media	Máx. técnico
Cuadro P(-1)	1,5	0	5	10
Cuadro P (0)	5	0	5	10
Cálculo costes (€/año)				
(A) Consumo	294,665	0,0	453,33	906,66
(B) Impuestos	80,109	0,0	123,24	246,49
(C) Total	374,773	0,0	576,57	1153,15



En esta primera tabla vemos cómo, considerando el consumo registrado en la medida en campo, se llega a un coste anual en torno a los 375€. Si considerásemos que se hace un consumo de la mitad de la capacidad que soporta la instalación actualmente antes de producirse el corte eléctrico por el PIA, este importe sube hasta aproximadamente 575€ mensuales.

Enfrentando este escenario, en la tabla siguiente, se plantean los mismos cálculos bajo el supuesto de las mismas 4 horas diarias, pero con la inclusión de la mejora planteada, sustituyendo el PIA 10A por uno de 1A.

Tabla 4.9. Tabla de cálculos aplicada la mejora con magnetotérmicos de 1A.

Fuente: Elaboración propia

Situación tras la instalación de PIA's de 1A				
	Amperaje (A)			
	Medidos	Mín. técnico	Media	Máx. Técnico
Cuadro P(-1)	1,5	0	0,5	1
Cuadro (0)	5	0	0,5	1
Cálculo costes (€/año)				
(A) Consumo	Salta PIA	0,0	45,33	90,67
(B) Impuestos	Salta PIA	0,0	12,32	24,65
(C) Total	Salta PIA	0,0	57,66	115,31

A la vista de los valores en esta tabla 4.3, vemos que en primer lugar el consumo registrado con la pinza amperimétrica el día de la visita, no puede siquiera llegarse a producir ya que el magnetotérmico saltaría. Por otro lado, considerando un uso medio de la nueva capacidad, (limitada a propósito) del sistema, obtenemos que el importe anual a pagar por el conjunto de vecinos estaría en torno a los 58€ anuales.

#### 4.1.2.3.2 Coste y desglose de precios

Como se indicó al comienzo del capítulo, se indicará un desglose “tipo” del coste aproximado que puede tener la implantación de esta medida. Estos costes pueden variar pueden varios dependiendo de diferentes factores, en este caso particular: el precio hora del electricista contratado, marca elementos de protección, calidad de materiales etc.

Tabla 4.10. Desglose de precios para presupuesto.

Fuente: Elaboración propia

Desglose de precios			
<b>Materiales</b>			
Descripción	Cantidad	Importe u.	Importe
Interruptor automático magnetotérmico, 2 polos y 1A. Marca Schneider Electric	2	41,84	83,68
Bombilla E27 LED 9W	42	1,95	81,90
Subtotal materiales			165,58
<b>Mano de obra</b>			
Descripción	Horas	Importe h.	Importe
Mano de obra electricista para trabajo sencillo	1,50	25	37,50
Subtotal mano de obra			37,50
<b>Total, antes de impuestos</b>			
21% IVA			203,08
			42,65
<b>Total</b>			<b>245,73 €</b>

Esto nos da idea de que puede limitarse totalmente el consumo abusivo de electricidad en los trasteros, sin perder el punto de luz de servicio que cada uno tiene interiormente. Este control tiene un coste mínimo de implantación y no supone la firma de documentación nueva, conocido coloquialmente como “boletín eléctrico”, debido a que se tiene una red que está calculada y certificada para 10A pero que, por decisión en acta comunitaria, se decide limitar a 1A como máximo. Tampoco tiene nada de complejidad técnica, no necesita casi horas de trabajo por parte de un electricista y es una solución robusta.

[8][11][21][30][33][46]

### 4.1.3 Maxímetro en contadores

#### 4.1.3.1 Fase 1. Identificación de situación presente

##### 4.1.3.1.1 Antecedentes

En uno de los primeros contactos que se tuvo con la propiedad de la finca y, tras revisar la documentación entregada sobre contratos eléctricos por la empresa que administra la comunidad de propietarios, se aprecian dos cosas importantes.

En la comunidad de propietarios hay dos contadores trifásicos. Por un lado, el contrato al que va asociado el ascensor + iluminación de plantas. Por otro, el segundo contador se encarga del consumo de iluminación de los dos garajes, las puertas eléctricas de estos, cuartos de servicio y de los dos grupos de extracción para la ventilación forzada en los garajes. En ambos casos, estos contadores van regidos por ICP.

En ambos, se tiene contratada una potencia de 13,856 kW que, a priori, parece ser demasiado abultada. El segundo hecho registrado es que en la comunidad solo se



#### 4.1.3.2 Fase 2. Propuesta de mejora con maxímetro

##### 4.1.3.2.1 Investigación posterior a la fase 1 y análisis

A la vista de los datos e impresiones recopilados en la fase primera de esta área de actuación, se plantea investigar el consumo real del ascensor, consiguiendo la ficha técnica del propio equipo o revisando propia maquinaria interna, en presencia del técnico que se encarga del mantenimiento del ascensor. El objetivo es llegar a conocer la potencia nominal del motor trifásico que mueve la cabina.



Cuadro 4.17 Detalle de imágenes tomadas, en la visita junto al técnico, de la máquina de ascensor comunitario.

Fuente: Elaboración propia



Se acuerda una cita con este técnico de Orona para abrir el armario de maquinaria del ascensor donde se espera encontrar algún tipo de referencia del dato buscado. Esta visita resulta infructuosa, ya que solo se dispone de varios documentos relacionados con el mantenimiento.

Tras esto, se decide contactar directamente con las oficinas de Orona y se nos indica cómo realizar una petición de la documentación, la cual es cursada. Al día siguiente, uno de los técnicos responsables de área de esta empresa localiza y adjunta por email la ficha técnica al completo de la maquinaria de ascensor, que se instaló en el edificio en 2008.

Gracias a este documento, se ha podido conocer con exactitud todos los datos del ascensor, en los que se ve reflejado que la potencia del mismo asciende a 4.07 kW, lo que implica que seguramente se puede llevar a cabo un ajuste de la potencia contratada, como se ha dicho anteriormente, que se encuentra actualmente en 13.8 kW, para dar servicio únicamente a iluminación de pasillos y este ascensor.

Por otro lado, si nos fijamos en detalle de la siguiente imagen, que es una captura de la ficha técnica del ascensor, se puede apreciar como el equipo indica una intensidad nominal de 12A, pero que en arranque puede llegar hasta los 39.8A, siendo este un valor más de tres veces superior. Puede no llegar a ese valor nunca (dependiendo de la carga que tenga en la cabina) pero es su valor punto. Además, hay que indicar que este

consumo solo estará presente durante pocos segundos, según nos indican desde la propia instaladora Orona.

<b>CARGAS SOBRE LA OBRA CIVIL</b> P1: 3650 daN      P6: 2093 daN P2: 2300 daN      P7:      daN P3:      daN      P8:      daN P4: 1400 daN      P9:      daN P5: 1571 daN      P10:      daN	
<b>CARGAS SOBRE LAS GUIAS</b> Distancia entre soportes: 3200 mm  Fx: 245 daN Fy: 67 daN	
<b>COTAS DE REPLANTEO MRL</b> A: 10 mm      F: 1091 mm B: 298 mm      G: 936 mm C: 948 mm      H: 155 mm D: 244 mm      I: 1490 mm E: 459 mm	
<b>OBSERVACIONES</b> - Se deben cumplir las condiciones reflejadas en el documento 'Trabajos y suministros a cargo del cliente'	
<b>EDICIÓN</b> -	
<b>ALDARETA MODIFICACION</b> -	
<b>CLIENTE:</b> ACCIONA INFRAESTRUCTURAS, S.A. <b>DIRECCION:</b> RENEDO DE PIELAGOS <b>POBLACION:</b> RENEDO DE PIELAGOS	
 <b>WARRAZTUA</b> 21/05/2008 <b>DELLAMADO</b> AET <b>ESCALA</b> <b>ESCALA</b> <b>COMPROBADO</b>	
<b>PLANU ZIB / N° PLANO</b> N136297-S90 <b>ORNA / NOJA</b> 1 / 6	
<b>REF:</b> CAS509840	

Cuadro 4.18. Detalla de la ficha técnica original del ascensor marca Orona que se instaló en la Comunidad de Propietarios San Antonio nº12 en 2008

Fuente: Área técnica comercial de Orona Cantabria.

#### *4.1.3.2.2 Medida de mejora*

A la vista de la ficha técnica anterior se aprecia claramente que se deben tomar medidas para ajustar la potencia contratada a las necesidades reales de las demandas de los edificios, ya que los 13.85 kW contratados en ambos puntos de suministro están algo sobredimensionados, ya con las condiciones de partida. Si además tenemos en cuenta las propuestas en la primera y segunda áreas de mejora (expuestas en el presente estudio), tendremos un sobredimensionamiento de potencia contratada bastante más alto. Todo esto se tratará pormenorizadamente en el punto 4.1.4.

Teniendo en mente este enfoque más global, se presenta como medida de mejora, casi obligatoria, el pasar a solicitar la instalación de máxímetros en ambos contadores, frente al actual sistema de contadores trifásicos basados en ICP.

El máxímetro en España está planteado de manera obligatoria para todas aquellas instalaciones que contraten una potencia superior a 15kW. En el caso concreto de la comunidad, este requisito no se cumple. Sin embargo, hay una serie de excepciones a la regla bajo una serie de premisas. Es a través una de ellas como se plantea solicitar este nuevo sistema de medida, para así conseguir una tarificación más ventajosa que la actual para la comunidad de propietarios.

Básicamente, con un contador con ICP, en el caso de un ascensor, hay que tener contratadas potencias bastante superiores al consumo habitual que tiene este equipo. Esto es debido a las altas puntas de consumo en los arranques con bastante carga en la cabina, que se reflejaron comentadas arriba junto a la ficha técnica particular del modelo instalado en el bloque.

Con un sistema de contador con máxímetro, este hecho queda relegado a un segundo lugar, ya que estas puntas de consumo quedan suavizadas a la hora de la recogida de datos de consumos por parte de este aparato de medida.

Para entender mejor esto, hay que comprender la diferencia principal entre un ICP y un máxímetro. Esta no es otra que su forma de registrar los consumos y excesos de potencia además del cómo actúan o reaccionan antes ellos.

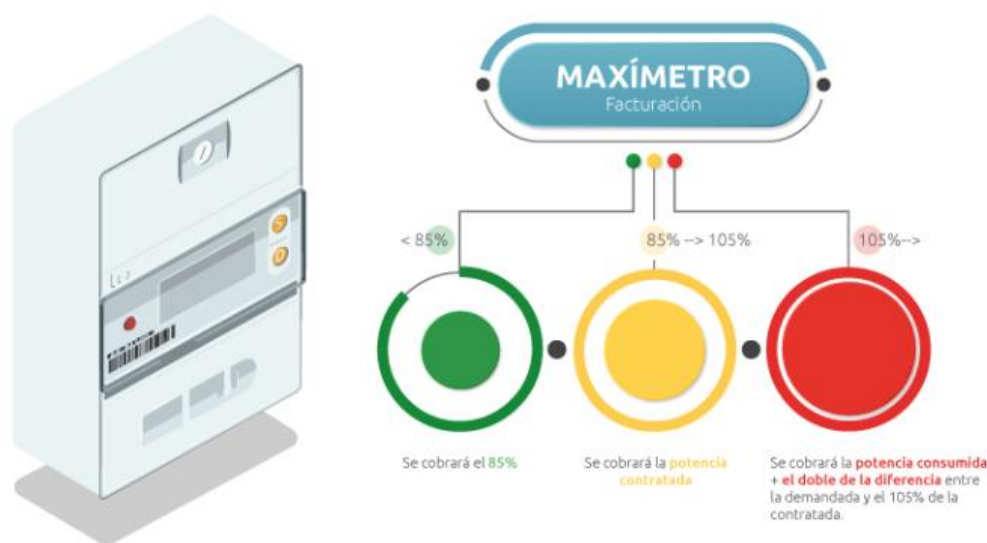
Si tenemos un sistema con ICP y superamos la potencia contratada con nuestro tándem de distribuidora + comercializadora eléctricas, el ICP hará saltar la instalación cortando el suministro. Esto obliga a un rearme para poder restablecer el suministro. Así tenemos como resultado, un caso fatal si esto se produce con un ascensor comunitario y deja a personas atrapadas. Esto se contrarresta disponiendo de altas potencias contratadas para los suministros.

Por otro lado, si tenemos un sistema con máxímetro, todo cambia. El máxímetro nunca cortará el suministro eléctrico de un sistema, a pesar de superar la potencia contratada. Coloquialmente hablando, podemos decir que “te excedes” de este límite contratado, pero la corriente eléctrica en la instalación no se cortará.

El máxímetro registra en todo momento la potencia demandada en la instalación en bloques de 15 minutos, y es dentro de cada uno de ellos donde calcula una potencia media demandada. Cuando el mes termina, el máxímetro tiene 96 registros, de 15 minutos por cada día, y sus respectivas medias. Finalmente, extrae cuál ha sido la

potencia máxima demandada en estas medias en el conjunto del mes entero y las registra. A partir de aquí, se aplican tres reglas para la facturación por maxímetro:

- Si a lo largo del mes la potencia máxima es  $< 85\%$  de la contratada, se facturará sobre el 85% de la potencia contratada.
- Si la potencia máxima es  $>85\%$  y  $<105\%$  de la contratada, entonces se facturará exactamente la potencia contratada.
- Si la potencia máxima en una de estas medias supera el 105% de la contratada, tiene lugar una penalización. Se factura, en este caso, la potencia contratada más el doble de la potencia excedida a partir del 105%.



Cuadro 4.19. Ilustración tarificación con maxímetro.

Fuente: [comparadorluz.com](http://comparadorluz.com)

#### 4.1.3.3 Fase 3. Análisis

##### 4.1.3.3.1 Análisis comparativo: situación actual vs propuesta

En la situación actual con ICP, en el primer contador estamos condicionados a mantener contratada una potencia alta de 13.85kW, debido principalmente al alto amperaje en algunos arranques con alta carga del ascensor. Esto hace que se soporten unos precios finales altos en el término de potencia en las facturas.

En el caso del segundo contador, aplicadas las mejoras en iluminación y abuso de consumo en trasteros, se podrá solicitar el maxímetro para optimizar al máximo y bajar todo lo posible la potencia contratada, sin miedo a que los sistemas de extracción y las puertas de garaje queden inutilizadas por saltarse el ICP.

Así, con la implementación de la mejora propuesta y tras realizar la solicitud de tarificación por maxímetro a nuestra comercializadora, ésta contactará a la distribuidora de nuestra zona y, si se cumplen una serie de requisitos, se podrá optar por este tipo de aparato de medida. Con este tipo de instalación se podrá bajar sustancialmente la potencia contratada.



En el punto *4.1.4 Potencia contratada*, se explicará esto con mayor detalle. Aun así, podemos concluir que la inclusión de maxímetro es necesaria y lógica para conseguir una mejora integral en reducción de gastos comunitarios, mediante el ajuste óptimo de potencia contratada, sin temor a dejar sin servicio el ascensor comunitario, sistemas de extracción o puertas de garaje debido a por interrupción por corte del ICP. Estas potencias contratadas podrán reducirse en varios kilovatios por debajo la potencia máxima contratada actualmente sin merma alguna en cuanto a usabilidad real de las diferentes áreas comunitarias.

[5][18][25][26][31][50][59][63]

#### *4.1.3.3.2 Coste y desglose de precios*

El coste de esta medida, a priori, puede no suponer desembolso alguno. En muchos casos, hablamos solo de la solicitud por parte de la empresa que administra la comunidad de vecinos a la distribuidora de la instalación de un maxímetro.

Esta solicitud tiene que venir motivada y explicada atendiendo a la regulación actual. Como motivación, se presentará en el caso particular de esta comunidad de propietarios que, en potencia menores a 15 kW, se puede solicitar este elemento bajo premisas de servicios no interrumpibles como los siguientes:

- Servicios comunitarios no interrumpibles, como el caso del ascensor.
- Hospitales y viviendas con circunstancias medicas especiales.
- Equipos de ventilación forzada en garajes.
- Grupos de presión de suministro de agua.
- Equipos o sistemas encargados de extinción de incendios.

Así, se cursarán dos solicitudes. La primera para el contador 1, motivada bajo la primera premisa de servicio no interrumpible y se adjuntará la ficha técnica de instalación facilitada por Orona, junto a una firma del técnico mantenedor, si fuese necesario. Y para el contador 2, esta solicitud se apoyará en el hecho contrastable de que los dos grupos de extracción del garaje dependen de este contador, los cuales pueden llegar a considerarse no interrumpibles si se motiva correctamente la solicitud.

En ambas solicitudes se hará referencia a la ley, “Real Decreto 1164/2001, de 26 de octubre, por el que se establecen tarifas de acceso a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica” en su artículo noveno de “Determinación de los componentes de la facturación de las tarifas de acceso”.

Si bien no hay gasto directo en la solicitud, sí pueden aparecer algunos gastos indirectos asociados. Es importante destacar que, en el caso de algunas comercializadoras y/o distribuidoras, pueden llegar a solicitar la redacción de un informe por un técnico competente en la materia con toda la relación de cargas no interrumpible del bloque, la propia ficha técnica de, por ejemplo, el ascensor, etc.



El mayor coste en el que se podría incurrir, sería en caso de que la comercializadora nos solicitase la redacción de un nuevo CIE, indicando en comentarios todos aquellos servicios no interrumpibles presentes y su potencia. Esto puede acarrear un gasto extra, en torno a los 200-300 euros aproximadamente, dependiendo de la complejidad del informe a realizar, instalaciones, etc.

[5][7][25][26][33][63]

#### **4.1.4 Potencia contratada**

##### *4.1.4.1 Fase 1. Potencia en los contratos*

###### *4.1.4.1.1 Antecedentes:*

Como antecedentes, se puede comentar que tras hablar con la administración de fincas que lleva actualmente la comunidad, se tiene constancia de que, desde la entrega de las viviendas y la conformación de la propia comunidad de propietarios, nunca se ha llevado a cabo ninguna modificación en cuanto a potencia contratada para ninguno de los dos contratos vigentes actualmente, que son conjuntos para los edificios 1 y 2 que conforman el bloque.

###### *4.1.4.1.2 Detalle de la problemática identificada*

Como se ha venido tratando en los epígrafes 4.1.1, 4.1.2 y 4.1.3 anteriores, queda identificada de manera palpable que existe un margen de mejora amplio, ya que se dispone de una potencia máxima contratada sobredimensionada para los requisitos de los equipos instalados.

Si además se llevan a cabo las mejoras propuestas de las tres primeras áreas de actuación identificadas para este estudio, se obtiene como resultado que, tras la mejora de la eficiencia en ellas (con pequeñas inversiones fácilmente amortizables), se conseguiría un margen mucho mayor de reducción de potencia contratada, que tendría un gran impacto, reduciendo sustancialmente el término fijo de la factura que no es dependiente del consumo en sí mismo.

##### *4.1.4.2 Fase 2. Propuesta de mejora en forma de reducción en potencia contratada*

###### *4.1.4.2.1 Análisis para la correcta implantación.*

Para poder llevar a cabo esta segunda fase de la forma más correcta posible, es requisito imprescindible que se hayan visto aplicadas las mejoras detalladas en las tres áreas previas: mejora en el consumo de la iluminación, limitación del consumo excesivo en trasteros y la inclusión de máxímetros en los contadores trifásicos comunitarios.

Con todo esto, se tendrá asentada la base para promover esta cuarta propuesta de reducción de potencia contratada, de manera que tenga el mayor impacto posible en el ahorro mensual, reduciendo sustancialmente el importe de los pagos a la comercializadora eléctrica en concepto de potencia contratada, siendo este gasto uno de los mayores a nivel anual que vienen soportando los propietarios.

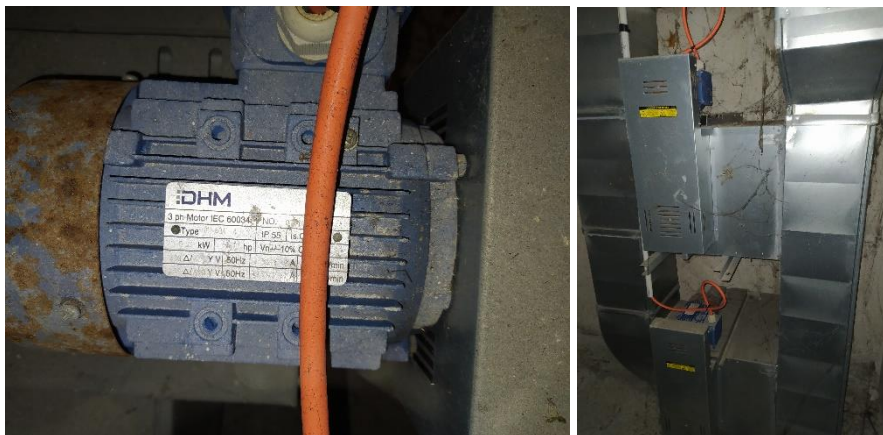
#### 4.1.4.2.2 Medida de mejora

La medida consistirá en cursar, a través de la empresa encargada de la administración de la finca, una solicitud a la comercializadora Endesa para que proceda a bajar la potencia contratada en ambos contadores, actualmente con un contrato de potencia máxima situado en los 13.856 kW cada uno.

Como se quiere llevar a cabo un ajuste lo más fino posible, se tomó la decisión de contabilizar todos y cada uno de los elementos demandantes de energía presentes en la comunidad de propietarios.

Estos elementos se enumerarán a continuación en formato de lista junto a una descripción y, en último lugar, agrupados en una tabla junto a sus consumos, con el fin de poder conocer con exactitud cuál será el consumo en cada contador de aplicarse la batería de medidas propuestas.

- Todos los puntos de luz que se supondrán tras su correspondiente paso a tecnología led, contabilizados con un factor de simultaneidad 1, poniéndonos del lado de la seguridad, suponiendo el peor escenario posible con todas las luminarias encendidas al mismo tiempo.
- Los dos grupos de extracción para la ventilación forzosa de los garajes. Cada grupo este compuesto por dos motores y con sus dos centralitas de control asociadas.




*Cuadro 4.20. Detalle de grupo extracción 2 del garaje pequeño.*

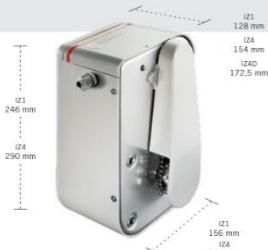
*Fuente: elaboración propia*


- El consumo máximo que puede llevarse a cabo con el nuevos PIA's propuestos en los cuadros eléctricos de los trasteros. Se tomará el máximo teórico para ponernos en la peor situación.
- La maquinaria trifásica del ascensor comunitario, cuya ficha técnica se encuentra en el cuadro 4.15.


- Los dos motores de elevación de las puertas de garaje. En la comunidad hay un IZ1C de 30 W en el garaje pequeño y un motor IZ4C de 73 W para el accionamiento de la puerta de garaje grande.





# CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS














	IZ1C	IZ1S	IZ4C	IZ4S	IZ40C	IZ40D			
Alimentación (Vdc)	24								
Potencia absorbida (W)	30		73						
Intensidad (A)	4		10						
Condensador (µF)	—		—						
Par (Nm)	8 (nominal)		12 (nominal)						
Velocidad (r.p.m.)	48		65						
Bloqueo	SI								
Finales de carrera	SI	No	SI	No	SI	No			
Encoder	No	SI	No	SI	No	SI			
Piñon	1/2 x 3/16"-29			1/2 x 3/16"-210					
Seguridad antitrapamiento	SI								
Ciclos de trabajo	Uso intensivo								
Grado de protección	IP20								
Temperatura de servicio (°C)	-20/60								
Peso accionador (kg)	2,8		5						
Dimensiones embalaje (cm)	29x15x17			33,5x19x18					
Superficie puerta máx. (m²)	20		35						

Cuadro 4.21. Detalle de la ficha técnica de los motores, instalados en las puertas de garaje comunitarias, marca Erreka.

Fuente: [www.erreka-automation.com/es-es](http://www.erreka-automation.com/es-es)

- Dos centralitas del sistema anticontaminación.
- Se aplicará un coeficiente de incremento en un 10% para dejar un margen para el consumo de antenas, cuarto RITI e hidro limpiadora para los suelos de los garajes 2 veces al año, etc. que, si bien son consumos bajos, se incluirán dentro de este factor corrector final.

A continuación, estos grupos se presentarán en dos tablas, una por contador, con los respectivos equipos conectados a cada uno de ellos.

Tabla 4.11. Tabla desglose de los elementos conectado, con sus consumos en kW, al contador 1 de la Comunidad de Propietarios.

Fuente: Elaboración propia

Contador 1. Ascensor/S.C.			
Descripción	Unidades	Consumo un. (W)	Cons. Tot. (kW)
- Ascensor comunitario	1	4070	4,070
- Iluminación pasillos, bombillas E27 LED 7W	206	7	1,442
- Iluminación descansillos escaleras, bombillas G9 LED 5W	18	5	0,090
Subtotal consumo			5,602
+10% Coef. Seguridad			0,560
<b>Total consumo en kW</b>			<b>6,1622</b>

Tabla 4.12. Tabla desglose de los elementos conectados, con sus consumos en kW, al contador 2 de la Comunidad de Propietarios.

Fuente: Elaboración propia

Contador 2. Garajes			
Descripción	Unidades	Consumo un. (W)	Cons. Tot. (kW)
- Iluminación garajes, pantallas doble T8 LED 2x18W	42	18	0,756
- Iluminación pasillos de trasteros, pantallas simples T8 LED 18W	15	18	0,270
- Consumo máx. PIA's en trasteros	2	230	0,460
- Grupo extracción 1. Mod DH90S A4. Garaje grande	2	1100	2,200
- Grupo extracción 2. Mod. DH80 A4. Garaje pequeño	2	550	1,100
- Centralitas grupos extracción	2	46	0,092
- Puerta de garaje grande. Erreka 24V (IZ4C)	1	74	0,074
- Puerta garaje pequeña. Erreka (24V) IZ1C 24v	1	30	0,030
Subtotal consumo			4,982
+10% Coef. Seguridad			0,498
Total consumo en kW			5,4802

A la vista de las dos tablas anteriores, podemos concluir que se debería solicitar la bajada de potencia en ambos puntos de suministro.

En el caso del contador 1, etiquetado como “Ascensor y S/C”, se propondrá una bajada de potencia desde los 13.856 kW actuales hasta los 6.2 kW, que serán más que suficientes para cubrir todas las posibles demandas.

Al igual que para el primer contador, en el caso del contador 2, etiquetado como “Garajes”, se propone solicitar bajar la potencia máxima contrata para este CUPS desde los 13.856 kW que tiene hasta 5.5 kW de potencia.

Cabe señalar que, desde finales del 2018, después de que el Gobierno publicase la “Disposición 13593 Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores”, ya no es necesario ajustarse a las potencias normalizadas. Se puede, por tanto, ajustar la potencia contratada en tramos de 0.1kW, siempre que se cumplan potencias  $\leq 15$  kW que se disponga de contador electrónico con telemedida.

[4][7][17][28][45][46][47][48][52][53][58]





Así el coste final será de:

$$\begin{aligned}
 108.73 \text{ €} \times 1.271863625472 &= 138.29 \text{ € por 60 días.} \\
 138.29 \text{ €} \times \frac{365 \text{ días x año}}{60 \text{ días}} &= 841.26 \text{ € por contador al año} \\
 841.26 \text{ €} \times 2 \text{ contadores} &= 1682.52 \frac{\text{€}}{\text{año}} \text{ en total}
 \end{aligned}$$

### Paso 2

Aquí calculamos el coste, antes de impuestos, para el contador 1 y contador 2 con los 6.2kW y 5.5kW respectivamente.

$$\begin{aligned}
 6.2 \text{ kW} \times 0.130788 \frac{\text{€}}{\text{kW}} \times 60 \text{ días} &= 48.653136 \text{ €} \\
 5.5 \text{ kW} \times 0.130788 \frac{\text{€}}{\text{kW}} \times 60 \text{ días} &= 43.16004 \text{ €}
 \end{aligned}$$

Sobre estos dos importes obtenidos para cada contador, aplicaremos los mismos impuestos, calculados anteriormente, en el paso 1, que se aplican en la factura. Estos suponen en total un 27.1863625472 %, sumando impuesto a la electricidad y el IVA del 21%.

Así el coste final será de:

$$\begin{aligned}
 48.653136 \text{ €} \times 1.271863625472 &= 61.88 \text{ € por los 60 días en el contador 1} \\
 61.88 \text{ €} \times \frac{365 \text{ días x año}}{60 \text{ días}} &= 376.44 \text{ € al año en el contador 1} \\
 43.16004 \text{ €} \times 1.271863625472 &= 54.89 \text{ € por los 60 días en el contador 1} \\
 54.89 \text{ €} \times \frac{365 \text{ días x año}}{60 \text{ días}} &= 333.94 \text{ € al año en el contador 1}
 \end{aligned}$$

Sumando ambos contadores obtenemos

$$376.44 \frac{\text{€}}{\text{año}} + 333.94 \frac{\text{€}}{\text{año}} = 710.37 \frac{\text{€}}{\text{año}} \text{ en total}$$

### Paso 3

En este último paso, simplemente calcularemos la diferencia entre el total anual del paso 1 y 2, para dar cuenta del importe de ahorro estimado que se podría conseguir tras adoptar la batería de medidas propuesta previamente.

$$1682.52 \frac{\text{€}}{\text{año}} - 710.37 \frac{\text{€}}{\text{año}} = 972.15 \text{ € al año de ahorro.}$$

[52]

## 4.2 BLOQUE B

En este segundo gran bloque, se abordará el análisis de la situación actual de las fachadas en toda la envolvente del edificio, planteándose, mediante software en ordenador, la simulación del comportamiento térmico estimado del mismo y buscando conseguir una mejora de la eficiencia en la envolvente.

Este apartado, como se comentó anteriormente, se enmarca en una manifestación por parte de la comunidad de propietarios de conocer cuál puede ser un buen sistema a emplear a la hora de rehabilitar las fachadas comunitarias que, tras 10 años, comienzan a presentar deterioro.



Cuadro 4.24. Imagen de la Comunidad de Propietarios.

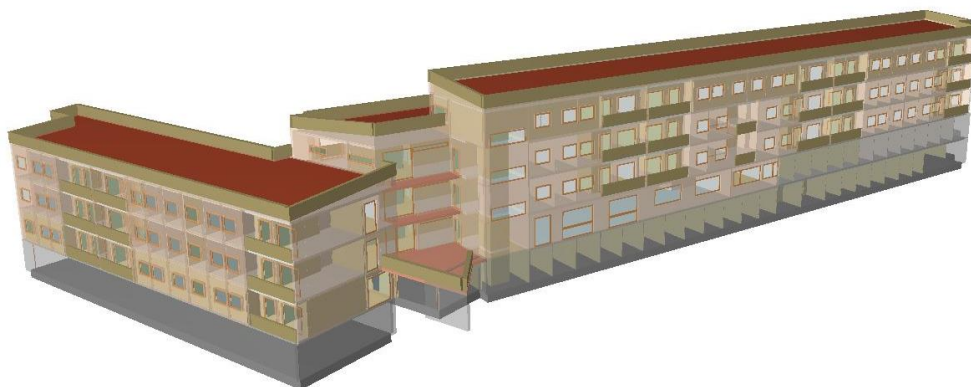
Fuente: elaboración propia

### 4.2.1 Modelos de cálculo con CypeCAD MEP

En este apartado, se comenzó generando unas plantillas de cada una de las plantas, con el fin de que sirvieran como base de trabajo. Esto se hizo a partir de archivos de planos de AutoCAD en .dwg de los edificios.



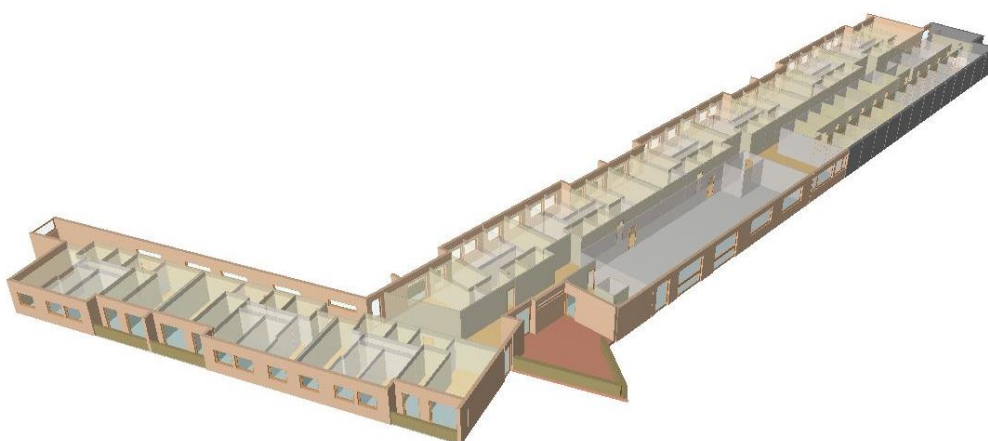
Con estas plantillas, importadas en el programa CypeCAD MEP, se diseñó y dibujó un modelo de cálculo principal del edificio lo más fiel posible a la realidad, con todas sus definiciones espaciales.



*Cuadro 4.25. Detalle tridimensional del modelo de cálculo diseñado en CypeCAD MEP.*

*Fuente: Elaboración propia*

Sobre este modelo, se implementaron los detalles constructivos originales de la composición de número de capas de los muros: de sótano, exteriores de la envolvente del bloque, interiores en viviendas e interiores entre viviendas y zonas comunes. Se asignaron los materiales correspondientes a cada capa y sus espesores a todas ellas menos a al muro exterior, del que se ensayaran 3 situaciones. También se asignaron todas las unidades de uso de las 42 viviendas. Se representaron igualmente los dos garajes y todos los trasteros comunitarios. Además, se dotó de toda la carpintería exterior en aluminio, con las medidas reales presentes en el bloque, y se asignaron unos vidrios dobles equivalentes a los presentes de 4+12+4 sin gas argón.



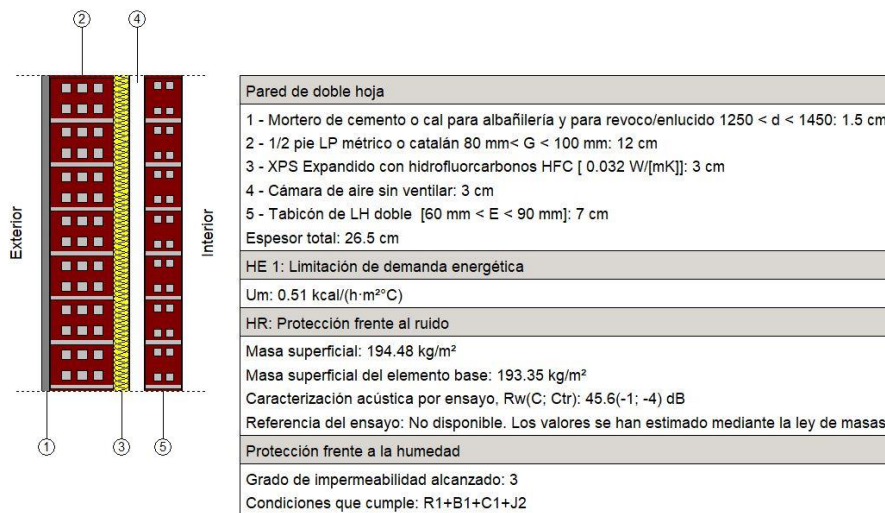
*Cuadro 4.26. Detalle tridimensional de la planta 0 aislada, diseñado en CypeCAD MEP.*

*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.2.1.1 Fase 1. Modelo de simulación 1 con fachada actual

##### 4.2.1.1.1 Antecedentes y tipo de envolvente actual

Como punto de partida, se procedió a generar un primer modelo de cálculo con la definición de capas, que están actualmente presentes, en todo el muro exterior del bloque y del que se detallan sus composiciones en el extracto del detalle de CypeCAD MEP.



Cuadro 4. 27. Detalle constructivo del muro de fachada actual de la Comunidad de Propietarios.

Fuente: elaboración propia a partir de la documentación aportada y el análisis de campo.

##### 4.2.1.1.2 Simulación en CypeCAD MEP del modelo con fachada actual

Con todo el modelo ya listo, se procedió a calcularlo con el motor de cálculo CypeCAD. Seguidamente, se presenta el resultado de cálculo de demanda energética y el resumen de cálculo del mismo para cada vivienda para este modelo, con la fachada actualmente presente en la Comunidad de Propietarios.

Se adjunta el extracto de forma directa, sin realizar modificación alguna desde de los informes de cálculos realizados por CypeCAD MEP, para la verificación del cumplimiento de la HE-1 limitación de la demanda energética, en base al CTE13.

[13][22][34]

## 1.2.- Resumen del cálculo de la demanda energética.

La siguiente tabla es un resumen de los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	Su (m²)	Dcal		Dcal,base (kWh /(m²·año))	Fcal,sup	Dcal,lim (kWh /(m²·año))	Dref		Dref,lim (kWh /(m²·año))
		(kWh /año)	(kWh/ (m²·a))				(kWh /año)	(kWh/ (m²·a))	
Vivienda 1 (-1CE1)	73.37	2816.3	38.4	20	1000	20.3	491.8	6.7	15.0
Vivienda 2 (-1BE1)	73.57	2740.6	37.3	20	1000	20.3	494.0	6.7	15.0
Vivienda 3 (-1AE1)	73.52	3529.7	48.0	20	1000	20.3	460.7	6.3	15.0
Vivienda 4 (0CE1)	73.63	1694.8	23.0	20	1000	20.3	493.6	6.7	15.0
Vivienda 5 (0BE1)	73.75	1349.5	18.3	20	1000	20.3	512.7	7.0	15.0
Vivienda 6 (0AE1)	73.79	1701.9	23.1	20	1000	20.3	498.2	6.8	15.0
Vivienda 7 (0AE2)	77.55	3169.0	40.9	20	1000	20.3	82.7	1.1	15.0
Vivienda 8 (0BE2)	73.76	2958.7	40.1	20	1000	20.3	84.0	1.1	15.0
Vivienda 9 (0CE2)	73.76	2943.0	39.9	20	1000	20.3	86.0	1.2	15.0
Vivienda 10 (0DE2)	73.75	2955.9	40.1	20	1000	20.3	85.9	1.2	15.0
Vivienda 11 (0EE2)	73.75	2950.7	40.0	20	1000	20.3	86.1	1.2	15.0
Vivienda 12 (0FE2)	73.78	3375.1	45.7	20	1000	20.3	86.7	1.2	15.0
Vivienda 13 (+1CE1)	73.63	2640.9	35.9	20	1000	20.3	582.6	7.9	15.0
Vivienda 14 (+1BE1)	73.73	2224.7	30.2	20	1000	20.3	591.0	8.0	15.0
Vivienda 15 (+1AE1)	73.80	2627.0	35.6	20	1000	20.3	592.3	8.0	15.0
Vivienda 16 (+1JE2)	65.67	1756.5	26.7	20	1000	20.3	272.0	4.1	15.0
Vivienda 17 (+1IE2)	65.67	1573.3	24.0	20	1000	20.3	247.0	3.8	15.0
Vivienda 18 (+1AE2)	77.56	2929.5	37.8	20	1000	20.3	159.0	2.1	15.0
Vivienda 19 (+1BE2)	73.76	2538.7	34.4	20	1000	20.3	161.4	2.2	15.0
Vivienda 20 (+1CE2)	73.76	2525.9	34.2	20	1000	20.3	162.9	2.2	15.0
Vivienda 21 (+1KE2)	74.45	1906.7	25.6	20	1000	20.3	328.2	4.4	15.0
Vivienda 22 (+1DE2)	73.76	2530.0	34.3	20	1000	20.3	163.2	2.2	15.0
Vivienda 23 (+1EE2)	73.76	2535.9	34.4	20	1000	20.3	163.2	2.2	15.0
Vivienda 24 (+1HE2)	87.84	2761.3	31.4	20	1000	20.3	315.8	3.6	15.0
Vivienda 25 (+1FE2)	73.79	2988.9	40.5	20	1000	20.3	165.9	2.2	15.0
Vivienda 26 (+1GE2)	60.24	1721.3	28.6	20	1000	20.3	242.7	4.0	15.0
Vivienda 27 (+2JE2)	65.60	1069.3	16.3	20	1000	20.3	217.2	3.3	15.0
Vivienda 28 (+2IE2)	65.68	1067.2	16.2	20	1000	20.3	217.3	3.3	15.0
Vivienda 29 (+2AE2)	76.71	3967.9	51.7	20	1000	20.3	128.0	1.7	15.0
Vivienda 30 (+2BE2)	73.76	3328.3	45.1	20	1000	20.3	107.5	1.5	15.0
Vivienda 31 (+2CE2)	73.76	3310.4	44.9	20	1000	20.3	107.4	1.5	15.0
Vivienda 32 (+2KE2)	74.37	1102.3	14.8	20	1000	20.3	262.6	3.5	15.0
Vivienda 33 (+2DE2)	73.76	3316.4	45.0	20	1000	20.3	107.8	1.5	15.0
Vivienda 34 (+2EE2)	73.75	3312.4	44.9	20	1000	20.3	107.7	1.5	15.0
Vivienda 35 (+2FE2)	73.79	3756.8	50.9	20	1000	20.3	108.0	1.5	15.0
Vivienda 36 (+2GE2)	73.98	1578.4	21.3	20	1000	20.3	248.1	3.4	15.0
Vivienda 37 (+2HE2)	74.10	1455.8	19.6	20	1000	20.3	257.3	3.5	15.0
Vivienda 38 (+3KE2)	74.27	1958.5	26.4	20	1000	20.3	322.6	4.3	15.0
Vivienda 39 (+3JE2)	73.91	2299.0	31.1	20	1000	20.3	321.5	4.3	15.0
Vivienda 40 (+3IE2)	73.91	2303.5	31.2	20	1000	20.3	319.9	4.3	15.0
Vivienda 41 (+3HE2)	73.91	2318.9	31.4	20	1000	20.3	320.7	4.3	15.0
Vivienda 42 (+3GE2)	73.78	2449.3	33.2	20	1000	20.3	312.1	4.2	15.0
Zona habitable 1	838.89	54203.9	64.6	20	1000	20.3	696.8	0.8	15.0
	3917.33	158243.6	40.4	20	1000	20.3	11772.2	3.0	15.0

donde:

$S_u$ : Superficie útil de la zona habitable, m<sup>2</sup>.

$D_{cal}$ : Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/(m<sup>2</sup>·año).

$D_{cal,base}$ : Valor base de la demanda energética de calefacción, para la zona climática de invierno correspondiente al emplazamiento del edificio (tabla 2.1, CTE DB HE 1), 20 kWh/(m<sup>2</sup>·año).

$F_{cal,sup}$ : Factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción, (tabla 2.1, CTE DB HE 1), 1000.

$D_{cal,lim}$ : Valor límite de la demanda energética de calefacción, considerada la superficie útil de los espacios habitables, kWh/(m<sup>2</sup>·año).

$D_{ref}$ : Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/(m<sup>2</sup>·año).

$D_{ref,lim}$ : Valor límite de la demanda energética de refrigeración, kWh/(m<sup>2</sup>·año).

#### 4.2.1.2 Fase 2. Propuesta de mejora con sistema ETICS/SATE

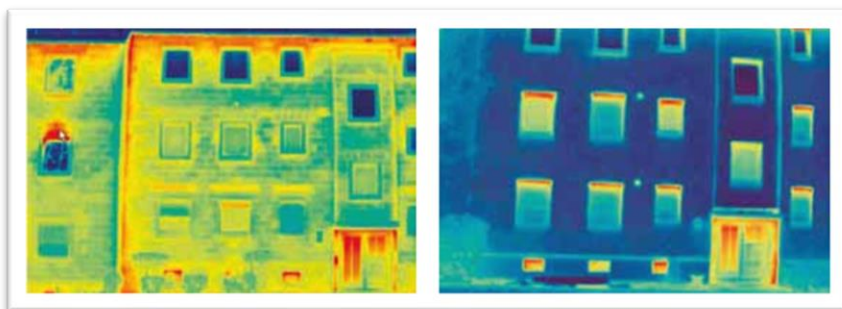
Tras realizar la visita a la comunidad, quedo evidenciado que algunas partes de las fachadas necesitarán, en un corto espacio de tiempo, una intervención de mantenimiento de las mismas, ya que presentan algunos desprendimientos del gresite presente en las zonas de ventanas, grietas en varias zonas de la fachada y deterioro del mortero exterior en general.

Con eso presente, y a la vista de los cálculos arrojados por el software Cype tras calcular sobre el primer modelo con la composición de fachadas actual, se decide proponer como medida de mejora en toda la envolvente del edificio un sistema basado en una solución con SATE.

Para ello, se ensayarán dos modelos un con 80mm y 120mm de espesor de aislante, basados en la solución con sistema SATE que plantea la marca Isover con sus paneles clima 34, de buena reputación en el sector.

La elección de estos espesores se hace en base a que, comercialmente para clima 34, Isover plantea cinco niveles de espesor 60-80-100-120-140 mm, respectivamente. Por tanto, se ha decidido ensayar, como escenario realista, un nivel 2 y un nivel 4 dentro de los cinco.

El empleo de un sistema de fachada ventilada sería perfectamente óptimo también, pero se ha descartado por suponer un incremento en el coste muy alto, de en torno al doble, cuando el rendimiento extra que aporta una fachada ventilada sobre una solución con SATE no es tan grande.



Cuadro 4. 28. Detalle de termografías, antes y después de aplicar una solución basada en SATE Isover.

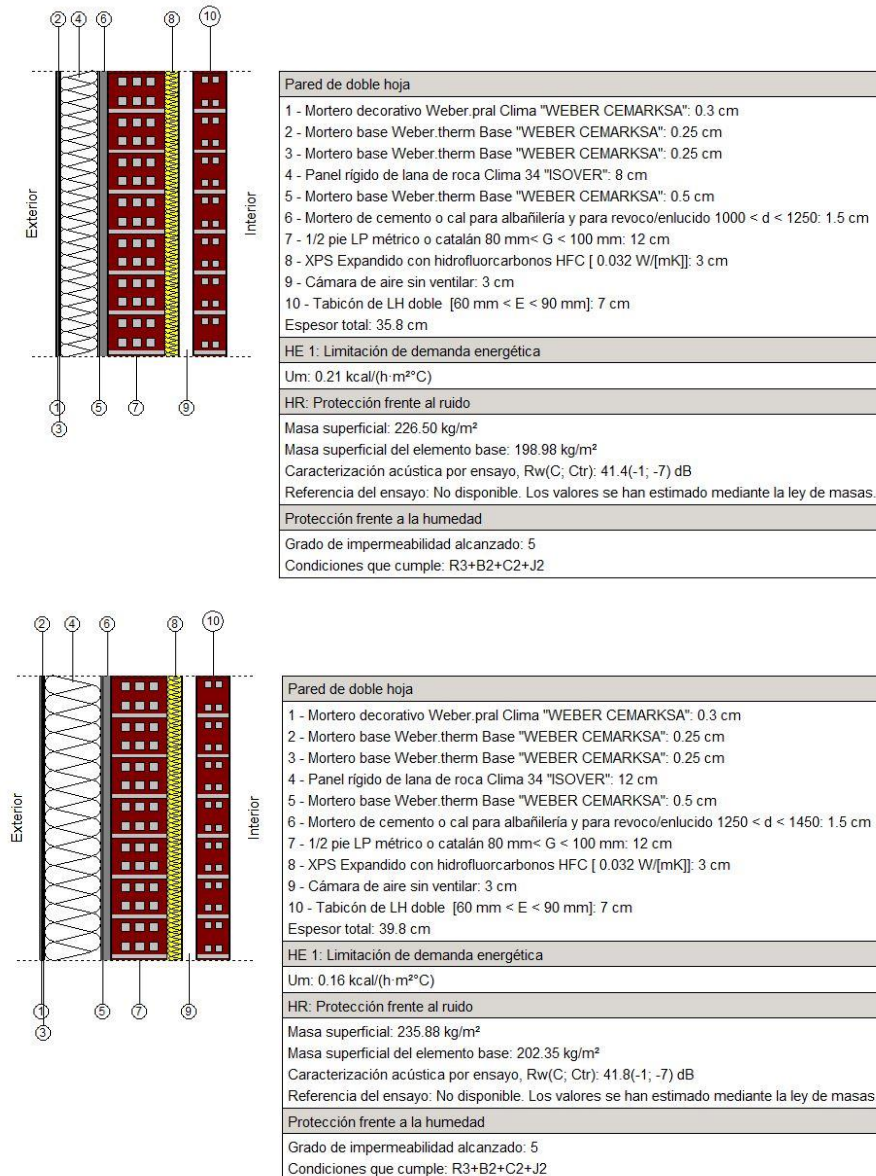
Fuente: Cátalo comercial Isover

#### 4.1.1.2.1 Tipo de fachada propuesta

Como punto de partida, se procedió a generar el “modelo 1 propuesto” de cálculo basado en un sistema SATE con un espesor de 80mm de Clima 34 marca Isover.

En un segundo ensayo, se ha procedido a plantear el “modelo 2 propuesto” de cálculo basado en el mismo sistema SATE pero con un espesor de 140mm.

Se puede observar, además, como la solución de SATE Isover se ha añadido sobre las cinco capas precios de la fachada actualmente presente en los edificios.



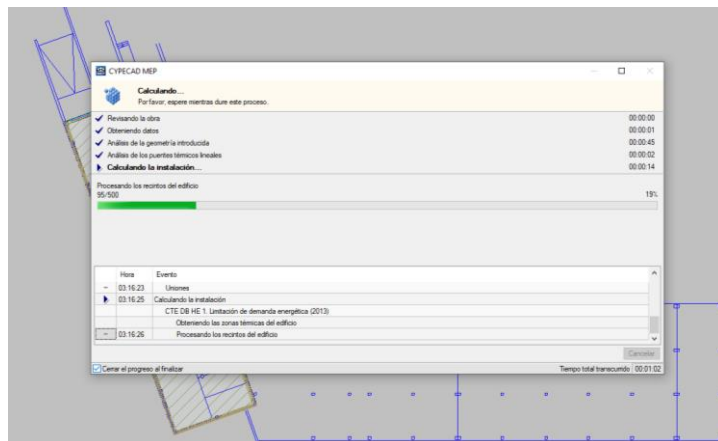
Cuadro 4.29. Detalle constructivo de las dos opciones de muro de fachada ensayadas como propuesta de mejora de la envolvente de la Comunidad de Propietarios.

Fuente: elaboración propia.

[1][3][12][22][36][37][38][41][43][44][54]

#### 4.1.1.2.2 Simulación en CypeCAD MEP del modelo 1 propuesto con SATE de 80mm

A continuación, se presenta el resultado de cálculo de demanda energética y el resumen de cálculo del mismo para cada vivienda.



Cuadro 4.30. Detalle de la ejecución del cálculo con el software CypeCAD

Se adjunta el extracto de forma directa, sin realizar modificación alguna, desde de los informes de cálculos realizados por CypeCAD MEP para la verificación del cumplimiento de la HE-1 limitación de la demanda energética en base al CTE13.

### 1.2.- Resumen del cálculo de la demanda energética.

La siguiente tabla es un resumen de los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	$S_u$ ( $m^2$ )	$D_{cal}$		$D_{cal,base}$ ( $kWh$ ( $m^2 \cdot a$ ))	$F_{cal,sup}$	$D_{cal,lim}$ ( $kWh$ ( $m^2 \cdot a$ ))	$D_{ref}$		$D_{ref,lim}$ ( $kWh$ ( $m^2 \cdot a$ ))
		( $kWh$ /año)	( $kWh$ ( $m^2 \cdot a$ ))				( $kWh$ /año)	( $kWh$ ( $m^2 \cdot a$ ))	
Vivienda 1 (-1CE1)	73.37	2116.2	28.8	20	1000	20.3	507.2	6.9	15.0
Vivienda 2 (-1BE1)	73.57	2321.3	31.6	20	1000	20.3	496.3	6.7	15.0
Vivienda 3 (-1AE1)	73.52	2882.5	39.2	20	1000	20.3	464.8	6.3	15.0
Vivienda 4 (0CE1)	73.63	949.6	12.9	20	1000	20.3	536.8	7.3	15.0
Vivienda 5 (0BE1)	73.75	885.5	12.0	20	1000	20.3	539.6	7.3	15.0
Vivienda 6 (0AE1)	73.79	968.1	13.1	20	1000	20.3	537.0	7.3	15.0
Vivienda 7 (0AE2)	77.54	2614.6	33.7	20	1000	20.3	88.9	1.1	15.0
Vivienda 8 (0BE2)	73.76	2475.9	33.6	20	1000	20.3	90.9	1.2	15.0
Vivienda 9 (0CE2)	73.76	2466.2	33.4	20	1000	20.3	92.3	1.3	15.0
Vivienda 10 (0DE2)	73.75	2474.0	33.5	20	1000	20.3	92.9	1.3	15.0
Vivienda 11 (0EE2)	73.75	2470.0	33.5	20	1000	20.3	92.9	1.3	15.0
Vivienda 12 (0FE2)	73.78	2671.1	36.2	20	1000	20.3	93.5	1.3	15.0
Vivienda 13 (+1CE1)	73.63	1828.5	24.8	20	1000	20.3	602.7	8.2	15.0
Vivienda 14 (+1BE1)	73.73	1726.8	23.4	20	1000	20.3	599.6	8.1	15.0

Zonas habitables	$S_u$ (m <sup>2</sup> )	$D_{cal}$ (kWh/año)	$D_{cal}$ (kWh/(m <sup>2</sup> ·a))	$D_{cal,base}$ (kWh/(m <sup>2</sup> ·año))	$F_{cal,sup}$	$D_{cal,lim}$ (kWh/(m <sup>2</sup> ·año))	$D_{ref}$ (kWh/año)	$D_{ref}$ (kWh/(m <sup>2</sup> ·a))	$D_{ref,lim}$ (kWh/(m <sup>2</sup> ·año))
Vivienda 15 (+1AE1)	73.80	1826.1	24.7	20	1000	20.3	608.6	8.2	15.0
Vivienda 16 (+1JE2)	65.67	1310.6	20.0	20	1000	20.3	276.8	4.2	15.0
Vivienda 17 (+1IE2)	65.67	1120.8	17.1	20	1000	20.3	258.5	3.9	15.0
Vivienda 18 (+1AE2)	77.56	2128.2	27.4	20	1000	20.3	171.3	2.2	15.0
Vivienda 19 (+1BE2)	73.76	1918.3	26.0	20	1000	20.3	175.9	2.4	15.0
Vivienda 20 (+1CE2)	73.76	1912.9	25.9	20	1000	20.3	176.7	2.4	15.0
Vivienda 21 (+1KE2)	74.45	1529.6	20.5	20	1000	20.3	317.6	4.3	15.0
Vivienda 22 (+1DE2)	73.76	1913.3	25.9	20	1000	20.3	177.7	2.4	15.0
Vivienda 23 (+1EE2)	73.76	1918.8	26.0	20	1000	20.3	178.5	2.4	15.0
Vivienda 24 (+1HE2)	87.84	2339.7	26.6	20	1000	20.3	307.3	3.5	15.0
Vivienda 25 (+1FE2)	73.79	2064.6	28.0	20	1000	20.3	180.0	2.4	15.0
Vivienda 26 (+1GE2)	60.24	1399.1	23.2	20	1000	20.3	247.8	4.1	15.0
Vivienda 27 (+2JE2)	65.59	623.1	9.5	20	1000	20.3	238.4	3.6	15.0
Vivienda 28 (+2IE2)	65.68	620.3	9.4	20	1000	20.3	237.4	3.6	15.0
Vivienda 29 (+2AE2)	76.71	3092.8	40.3	20	1000	20.3	141.0	1.8	15.0
Vivienda 30 (+2BE2)	73.76	2747.7	37.3	20	1000	20.3	118.1	1.6	15.0
Vivienda 31 (+2CE2)	73.76	2738.2	37.1	20	1000	20.3	117.8	1.6	15.0
Vivienda 32 (+2KE2)	74.37	716.6	9.6	20	1000	20.3	272.4	3.7	15.0
Vivienda 33 (+2DE2)	73.76	2738.5	37.1	20	1000	20.3	118.3	1.6	15.0
Vivienda 34 (+2EE2)	73.74	2732.8	37.1	20	1000	20.3	118.6	1.6	15.0
Vivienda 35 (+2FE2)	73.79	2874.4	39.0	20	1000	20.3	118.9	1.6	15.0
Vivienda 36 (+2GE2)	73.98	1115.3	15.1	20	1000	20.3	255.2	3.4	15.0
Vivienda 37 (+2HE2)	74.10	1041.5	14.1	20	1000	20.3	265.5	3.6	15.0
Vivienda 38 (+3KE2)	74.27	1541.7	20.8	20	1000	20.3	307.3	4.1	15.0
Vivienda 39 (+3JE2)	73.91	1878.7	25.4	20	1000	20.3	306.6	4.1	15.0
Vivienda 40 (+3IE2)	73.91	1879.6	25.4	20	1000	20.3	303.9	4.1	15.0
Vivienda 41 (+3HE2)	73.91	1905.4	25.8	20	1000	20.3	304.6	4.1	15.0
Vivienda 42 (+3GE2)	73.78	1983.6	26.9	20	1000	20.3	295.9	4.0	15.0
Zona habitable 1	838.87	44405.1	52.9	20	1000	20.3	670.8	0.8	15.0
<b>3917.27</b>		<b>124867.7</b>	<b>31.9</b>	<b>20</b>	<b>1000</b>	<b>20.3</b>	<b>12102.7</b>	<b>3.1</b>	<b>15.0</b>

donde:

$S_u$ : Superficie útil de la zona habitable, m<sup>2</sup>.

$D_{cal}$ : Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/(m<sup>2</sup>·año).

$D_{cal,base}$ : Valor base de la demanda energética de calefacción, para la zona climática de invierno correspondiente al emplazamiento del edificio (tabla 2.1, CTE DB HE 1), 20 kWh/(m<sup>2</sup>·año).

$F_{cal,sup}$ : Factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción, (tabla 2.1, CTE DB HE 1), 1000.

$D_{cal,lim}$ : Valor límite de la demanda energética de calefacción, considerada la superficie útil de los espacios habitables, kWh/(m<sup>2</sup>·año).

$D_{ref}$ : Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/(m<sup>2</sup>·año).

$D_{ref,lim}$ : Valor límite de la demanda energética de refrigeración, kWh/(m<sup>2</sup>·año).

#### 4.1.1.2.2 Simulación en CypeCAD MEP del modelo 2 propuesto con SATE de 120mm

Al igual que para el modelo anterior, se presentará a continuación el resultado de cálculo de demanda energética y el resumen de cálculo del mismo para cada vivienda.

Se adjunta, igualmente, el extracto de forma directa, sin realizar modificación alguna, de los informes de cálculos realizados por CypeCAD MEP para la verificación del cumplimiento de la HE-1 limitación de la demanda energética en base al CTE13.



## 1.2.- Resumen del cálculo de la demanda energética.

La siguiente tabla es un resumen de los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	$S_u$ (m <sup>2</sup> )	$D_{cal}$ (kWh/año)	$D_{cal}$ (kWh/(m <sup>2</sup> ·a))	$D_{cal,base}$ (kWh/(m <sup>2</sup> ·año))	$F_{cal,sup}$	$D_{cal,lim}$ (kWh/(m <sup>2</sup> ·año))	$D_{ref}$ (kWh/año)	$D_{ref}$ (kWh/(m <sup>2</sup> ·a))	$D_{ref,lim}$ (kWh/(m <sup>2</sup> ·año))
Vivienda 1 (-1CE1)	73.37	2030.4	27.7	20	1000	20.3	512.8	7.0	15.0
Vivienda 2 (-1BE1)	73.57	2265.6	30.8	20	1000	20.3	499.7	6.8	15.0
Vivienda 3 (-1AE1)	73.52	2798.9	38.1	20	1000	20.3	468.6	6.4	15.0
Vivienda 4 (0CE1)	73.63	876.2	11.9	20	1000	20.3	546.6	7.4	15.0
Vivienda 5 (0BE1)	73.75	837.3	11.4	20	1000	20.3	546.5	7.4	15.0
Vivienda 6 (0AE1)	73.79	895.0	12.1	20	1000	20.3	546.2	7.4	15.0
Vivienda 7 (0AE2)	77.54	2545.2	32.8	20	1000	20.3	89.7	1.2	15.0
Vivienda 8 (0BE2)	73.76	2416.0	32.8	20	1000	20.3	91.8	1.2	15.0
Vivienda 9 (0CE2)	73.76	2407.4	32.6	20	1000	20.3	93.1	1.3	15.0
Vivienda 10 (0DE2)	73.75	2414.2	32.7	20	1000	20.3	93.8	1.3	15.0
Vivienda 11 (0EE2)	73.75	2410.5	32.7	20	1000	20.3	93.8	1.3	15.0
Vivienda 12 (0FE2)	73.78	2582.4	35.0	20	1000	20.3	95.0	1.3	15.0
Vivienda 13 (+1CE1)	73.63	1735.7	23.6	20	1000	20.3	626.4	8.5	15.0
Vivienda 14 (+1BE1)	73.73	1664.8	22.6	20	1000	20.3	620.6	8.4	15.0
Vivienda 15 (+1AE1)	73.80	1735.8	23.5	20	1000	20.3	631.9	8.6	15.0
Vivienda 16 (+1JE2)	65.66	1250.6	19.0	20	1000	20.3	283.7	4.3	15.0
Vivienda 17 (+1IE2)	65.66	1064.5	16.2	20	1000	20.3	265.2	4.0	15.0
Vivienda 18 (+1AE2)	77.56	2052.8	26.5	20	1000	20.3	172.6	2.2	15.0
Vivienda 19 (+1BE2)	73.76	1853.5	25.1	20	1000	20.3	177.4	2.4	15.0
Vivienda 20 (+1CE2)	73.76	1849.2	25.1	20	1000	20.3	178.2	2.4	15.0
Vivienda 21 (+1KE2)	74.45	1477.3	19.8	20	1000	20.3	323.9	4.4	15.0
Vivienda 22 (+1DE2)	73.76	1848.7	25.1	20	1000	20.3	179.2	2.4	15.0
Vivienda 23 (+1EE2)	73.76	1854.4	25.1	20	1000	20.3	180.1	2.4	15.0
Vivienda 24 (+1HE2)	87.84	2276.7	25.9	20	1000	20.3	313.5	3.6	15.0
Vivienda 25 (+1FE2)	73.79	1965.4	26.6	20	1000	20.3	182.7	2.5	15.0
Vivienda 26 (+1GE2)	60.23	1355.1	22.5	20	1000	20.3	253.6	4.2	15.0
Vivienda 27 (+2JE2)	65.58	575.2	8.8	20	1000	20.3	246.9	3.8	15.0
Vivienda 28 (+2IE2)	65.67	573.3	8.7	20	1000	20.3	245.7	3.7	15.0
Vivienda 29 (+2AE2)	76.71	2994.1	39.0	20	1000	20.3	141.3	1.8	15.0
Vivienda 30 (+2BE2)	73.76	2683.6	36.4	20	1000	20.3	119.2	1.6	15.0
Vivienda 31 (+2CE2)	73.76	2675.7	36.3	20	1000	20.3	119.2	1.6	15.0
Vivienda 32 (+2KE2)	74.37	674.5	9.1	20	1000	20.3	280.2	3.8	15.0
Vivienda 33 (+2DE2)	73.76	2675.1	36.3	20	1000	20.3	119.4	1.6	15.0
Vivienda 34 (+2EE2)	73.74	2669.5	36.2	20	1000	20.3	119.9	1.6	15.0
Vivienda 35 (+2FE2)	73.79	2777.0	37.6	20	1000	20.3	120.9	1.6	15.0
Vivienda 36 (+2GE2)	73.98	1062.3	14.4	20	1000	20.3	262.6	3.5	15.0
Vivienda 37 (+2HE2)	74.10	992.4	13.4	20	1000	20.3	273.6	3.7	15.0
Vivienda 38 (+3KE2)	74.27	1482.2	20.0	20	1000	20.3	332.5	4.5	15.0
Vivienda 39 (+3JE2)	73.91	1811.0	24.5	20	1000	20.3	333.4	4.5	15.0
Vivienda 40 (+3IE2)	73.91	1813.5	24.5	20	1000	20.3	329.5	4.5	15.0
Vivienda 41 (+3HE2)	73.91	1842.3	24.9	20	1000	20.3	330.9	4.5	15.0
Vivienda 42 (+3GE2)	73.78	1915.9	26.0	20	1000	20.3	319.8	4.3	15.0
Zona habitable 1	838.87	43131.5	51.4	20	1000	20.3	666.8	0.8	15.0
<b>3917.24 120812.8 30.8 20 1000 20.3 12428.6 3.2 15.0</b>									

donde:

$S_u$ : Superficie útil de la zona habitable, m<sup>2</sup>.

$D_{cal}$ : Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/(m<sup>2</sup>·año).

$D_{cal,base}$ : Valor base de la demanda energética de calefacción, para la zona climática de invierno correspondiente al emplazamiento del edificio (tabla 2.1, CTE DB HE 1), 20 kWh/(m<sup>2</sup>·año).

$F_{cal,sup}$ : Factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción, (tabla 2.1, CTE DB HE 1), 1000.

$D_{cal,lim}$ : Valor límite de la demanda energética de calefacción, considerada la superficie útil de los espacios habitables, kWh/(m<sup>2</sup>·año).



$D_{ref}$ : Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/(m<sup>2</sup>·año).

$D_{ref,lim}$ : Valor límite de la demanda energética de refrigeración, kWh/(m<sup>2</sup>·año).

#### 4.2.1.3 Fase 3. Análisis

##### 4.2.1.3.1. Comparación

Comparación del porcentaje de mejora que se estima se obtendría de adoptarse la medida de mejora propuesta basada en el sistema SATE.

Para este apartado, se ha procedido a extraer las 3 columnas correspondientes a: descripción de zona, superficie y valor calculado de la demanda energética de calefacción en kWh/m<sup>2</sup>·año de las tablas calculadas por CypeCAD MEP para el modelo actual y para el modelo 1 y 2 propuestos.

Tras esto, se procede a calcular la Dcal media resultante de 42 viviendas, para cada uno de los tres casos. Será a partir de estos valores desde los que se calculará el % de mejora que se consigue para 80 y 120 mm de aislante.

Demanda energética de calefacción media, con fachada actual.

$$D_{cal f. actual} = 33.62857 \frac{kWh}{m^2 \cdot año}$$

Demanda energética de calefacción media, con SATE 80mm.

$$D_{cal f. actual} = 25,97380 \frac{kWh}{m^2 \cdot año}$$

Demanda energética de calefacción media, con SATE 120mm.

$$D_{cal f. actual} = 25,07857 \frac{kWh}{m^2 \cdot año}$$

Cálculo del porcentaje de mejora, con SATE 80mm.

$$\frac{(33.62857 - 25.97380) \cdot 100}{33.62857} = 22.76\%$$

Cálculo del porcentaje de mejora, con SATE 120mm.

$$\frac{(33.62857 - 25.07857) \cdot 100}{33.62857} = 25.43\%$$

#### 4.2.1.3.1. Cálculo de costes

Teniendo en cuenta los precios del generador de precios para España de la plataforma Cype online, se ha consultado el precio unitario de €/m<sup>2</sup> para los diferentes niveles de espesor con SATE que propone Isover.

Tabla 4.13. Tabla de precios finales de instalación SATE con clima 34 de Isover para diferentes espesores.

Fuente: Elaboración propia

SATE clima 34 de Isover	
Espesor en mm de Clima 34	€/m <sup>2</sup>
60	69,72
80	75,37
100	82,38
120	88,57
140	95,74

Con el precio para un nivel 80 y 120mm de la propuesta y contabilizando la superficie total cubierta por aislante calculada por el programa, extraída de la memoria de materiales que genera el mismo, se procederá a presentar un coste estimado de la implantación.

70	mt16lvi070w	Panel rígido de lana de vidrio de alta densidad, no revestido, Clima 34 "ISOVER", de 120 mm de espesor, según UNE-EN 13162, resistencia térmica 3,5 m <sup>2</sup> K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK), Euroclase A2-s1, d0 de reacción al fuego, de aplicación como aislante térmico y acústico en sistemas compuestos de aislamiento por el exterior de fachadas.	2.613,40 m <sup>2</sup>
----	-------------	---	-------------------------

Cuadro 4. 31. Recorte de la memoria de materiales generada por CypeCAD MEP tras el cálculo del modelo de mejora propuesto.

Fuente: elaboración propia con Software CypeCAD MEP

Cálculo implantación mejora con SATE 80mm.

$$75.37 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 2613.40 \text{ m}^2 = 196971.96 \text{ €}$$

Cálculo implantación mejora con SATE 120mm.

$$88.57 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 2613.40 \text{ m}^2 = 231468.84 \text{ €}$$

Se ha decido presentar también el coste estimado para una solución de rehabilitación de fachadas basada en enfoscado de mortero, simplemente para dar cuenta numérica del sobre coste que supone una de estas fachadas con aislante exterior frente a una rehabilitación con el material actual de la fachada.

A continuación, se presenta el cálculo de la rehabilitación de la fachada existente con enfoscado monocapa, considerando un precio estándar para este tipo de solución.

$$35 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 2613.40 \text{ m}^2 = 91469.20 \text{ €}$$

Conviene indicar que estos precios se proponen sin IVA alguno. En general y considerando que en estas intervenciones el coste en materiales supera siempre el 40% del coste total de la ejecución, se deberá aplicar siempre el 21% de IVA.

Por otro lado, cabe mencionar que cuando se ejecuta una rehabilitación incorporando un sistema que genera mejora en la envolvente, se suele poder tener acceso a ayudas y subvenciones estatales (si bien deberían estudiarse con detenimiento y quedan fuera del ámbito de este estudio). Como valor razonable, se puede hablar de ayudas en torno al 25% del coste.

[1][12][21][41][42]



## 5. RESULTADOS

### 5.1 RESULTADOS BLOQUE A

#### 5.1.1 Iluminación general y garajes

En toda el área de iluminación, hemos obtenido un resultado claro. Este se materializa en la idea de que se deben actualizar, lo antes posible, todos los puntos de luz comunitarios a tecnología LED, ya que a la vista de los datos y comparaciones llevadas a cabo a lo largo del desarrollo de todo el punto “4.1.1 Iluminación” se aprecia que esta medida producirá un ahorro en tres frentes.

Un primer resultado de su implantación será la reducción en el consumo de energía, con una inversión, además, fácilmente recuperable, ya que presenta en un corto periodo de amortización.

Así, analizando la propuesta de mejora sabemos que, en condiciones normales, a poco que se cuide el hecho de conseguir un presupuesto de ejecución ajustado en precio, la actualización a iluminación LED podemos concluir que se paga sola en pocos meses con el ahorro de consumo que genera.

Así, la amortización de la inversión, solo con el ahorro en consumo, tendría lugar en 14 meses según lo calculado en el apéndice 4.1.1.3.2 *Presupuesto y amortización*.

Tras este periodo de amortización de la inversión, cada año, el paso a tecnología LED supone un ahorro, frente a la situación actual, de un:

$$\frac{(2773.9466 - 650.8063) \frac{\text{€}}{\text{año}}}{2773.9466 \text{ €}} \times 100\% = 76.54 \% \text{ al año}$$

Como segundo resultado, se debe mencionar otro ahorro indirecto tras la implantación del LED. Este viene motivado por el hecho de no tener que sustituir, con los costes en mano de obra que supone, tan asiduamente las bombillas de casquillos E27 y G9 en los pasillos comunitarios, pasando de 1000 y 2000 horas de duración normalizada para incandescentes y halógenas, a las 15000 horas de uso, en el caso bombillas basadas en tecnología LED.

Para finalizar y como tercer resultado, está el que favorece y ayuda a que se produzca una reducción del término de potencia contratada, por lo que no solo generará un ahorro en la parte relativa al consumo de energía, sino que también tendrá un impacto positivo en el término fijo de la factura eléctrica comunitaria.

#### 5.1.2 Uso racional y consumo excesivo en trasteros

Los resultados del estudio en esta área son claros. Por un lado, se deben detener los consumos ilegales en los trasteros comunitarios, por responsabilidad en cuanto que se desconoce en qué condiciones de están realizados estos “enganches” y también por respeto entre iguales dentro de la propia comunidad de propietarios.

Por otro lado, se ha demostrado cómo gracias a una pequeña modificación en los cuadros eléctricos que dan servicio a estas zonas privadas de cada residente, se consigue limitar por completo este abuso en cuanto a consumos eléctricos.

### 5.1.3 Tarificación por máxímetro en contadores comunitarios

Con el presente estudio, se ha puesto sobre la mesa como resultado del análisis que aparece una idoneidad clara en el hecho de solicitar la tarificación por máxímetro a la empresa distribuidora Endesa para ambos contratos de suministro presentes en la comunidad. Este aparato de medida aporta versatilidad y robustez al hecho de intentar sumar todo lo posible para conseguir con el trabajo conjunto de varias medidas, reducir drásticamente la potencia contratada como es abordado en el siguiente punto.

Considerando que se hace uso de la mitad de la capacidad técnica en ambas situaciones, con el PIA 10, se calculó que para 5A de consumo, teníamos 576.57 €/año de coste con impuestos. Por otro lado, con el PIA 1A, bajo el mismo supuesto se calculó que para 0.5A de consumo se deberían abonar 57.66 €/año con impuestos.

Bajo estas consideraciones, se puede obtener un porcentaje de mejora de:

$$\frac{(576.57 - 57.66) \frac{\text{€}}{\text{año}} \times 100\%}{576.57 \text{ €}} = 90 \% \text{ al año}$$

### 5.1.4 Potencia contratada

Llegados a este punto, el resultado obtenido de implementarse las anteriores tres medidas no es otro que el de poder reducir lo máximo posible el término de potencia máxima contratada actualmente, en los dos puntos de suministro eléctrico presentes en la comunidad.

Así, se demostró como se puede pasar desde los 13.856 kW actuales en ambos contratos a 6.2kW y 5.5kW para los contadores 1 y 2, respectivamente. Esto con los importes calculados en el apéndice 4.1.4.3 Fase 3. *Análisis comparativo*, suponía un ahorro desde los 1682.52 €/año para la potencia contratada actualmente, hasta los 710.37 €/año que se pagaría las dos bajadas de potencia propuestas.

Esto supone un ahorro de un:

$$\frac{972.15 \frac{\text{€}}{\text{año}} \times 100\%}{1682.52 \text{ €}} = 57.78 \% \text{ al año}$$

## 5.2 RESULTADOS BLOQUE B

### 5.2.1 Mejora con sistema ETICS de la envolvente de ambos edificios

En los resultados del estudio llevados a cabo en este segundo bloque, se presentan dos puntos claros como resultado del análisis, de los datos obtenidos tras el cálculo con el software CyepCAD MEP sobre los modelos de fachada propuesto como solución de rehabilitación con mejora de rendimiento energético.

Por un lado, promover la aplicación de esta mejora desde cero, sin que se necesite previamente una reparación de las fachadas, supone un desembolso económico muy alto. Esto genera que, en conjunto, la propuesta de mejora se torne más difícil de amortizar para los vecinos.

Si bien los resultados dicen que esta mejora en los cerramientos tiene un impacto directo en el ahorro de calefacción para las familias, su alto coste de implantación la hace menos atractiva a priori.

Por otro lado, de los resultados se puede extraer cómo esta medida cobra todo el sentido si, con el tiempo, el edificio necesita reparaciones y mantenimiento en fachadas, cosa que realmente se sabe que ocurrirá.

Este será el momento en el cual, debido a costes de oportunidad, sí se deben llevar a cabo labores de mantenimiento en toda la superficie de fachadas, colocando andamios en toda la envolvente, contratando operarios y trabajos de rehabilitación de la envolvente etc. invirtiendo un extra en el presupuesto de rehabilitación.

Esto, aunque hará que el coste de la reforma se vea incrementado en un porcentaje alto, si ya tenemos que realizar una rehabilitación, se conseguirá una mejora térmica muy alta en todo el conjunto de los dos edificios en un momento en el que ya era necesario intervenir y sanear las fachadas.

Se quiere destacar también que a la vista de los datos obtenidos la solución con más espesor de aislante consigue un porcentaje de mejora respecto al menor espesor planteada de solo el 2.67% de diferencia, pero presenta un 41741.2248 € con impuestos incluidos, de diferencia en el coste de implantación. Eso nos da idea de que, salvo para llegar a conseguir una ayuda concreta, llega un punto en el que aumentar mucho el espesor del aislante puede encarecer mucho la obra sin conseguirse grandes diferencias en cuanto a rendimiento.

Analizando más estrictamente los números obtenidos en el apartado de metodología y, tomando para ello en consideración el mejor espesor de los aislantes planteados, se obtienen los siguientes números finales cuando la Comunidad de Propietarios tenga que hacer frente a la rehabilitación de fachadas.

A continuación, realizamos el cálculo de la implantación, impuestos incluidos, con SATE 120mm por cada uno de los 42 propietarios.

$$231468.84 \text{ €} \times 1.21 = 280077.49 \text{ €}$$

$$\frac{280077.49}{42} = 6668.51 \text{ € por cada propietario}$$

Ahora bien, si sobre este importe calculamos una ayuda aproximada del 20% sobre el coste total de la obra, se tiene que este importe podría quedar en torno a los 5334.81 € por vivienda.

Para ver cuánto resulta de diferencia en la inversión por cada vecino, ahora planteamos los mismos cálculos sobre una ejecución de rehabilitación con enfoscado monocapa.

$$91469 \text{ €} \times 1.21 = 110677.49 \text{ €}$$

$$\frac{110677.49}{42} = 2635.18 \text{ € por cada propietario}$$

Con todo lo anterior y suponiendo la concesión de una subvención al aplicar la opción de rehabilitar con SATE, que es un escenario habitual, estamos hablando de que los vecinos deberán hacer frente a una un coste 50% superior por propietario a cambio de una mejora en torno al 25% en la eficiencia energética de la envolvente.

$$\frac{(5334.81 - 2635.18) \times 100}{5334.81} = 50.60 \% \text{ de diferencia en coste}$$

Con estos valores obtenidos, se considera más que justificado el promover y adoptar una solución basada en el sistema ETICS/SATE, debido al potencial ahorro año tras año que los residentes experimentarán en cuanto a consumo de calefacción y confort en el hogar.



## 6. CONCLUSIONES

Como conclusión a todo este estudio de mejoras llevado a cabo en el presente documento, se puede destacar que las mejoras en el área de iluminación se presentan como imprescindibles, debido a que tiene un periodo de amortización (solo considerando el ahorro directo en consumos) muy corto en el tiempo, de poco más de un año.

En lo referente a la problemática encontrada en los trasteros, se ha demostrado cómo puede atajarse y controlarse este hecho de consumos fraudulentos con un mínimo gasto inferior a 6 euros por propietario, y que esta medida debe llevarse a cabo, porque se considera probado que hay varios trasteros que presentan estas instalaciones fraudulentas.

En el área de los contadores trifásicos, dar el paso a la tarificación por maxímetro es imprescindible para que esta propia medida junto a las dos anteriores revisadas en esta conclusión cree las sinergias necesarias para conseguir una bajada de potencia (tratada en el cuarto punto de este estudio) lo más alta posible, que es, en definitiva, donde está uno de los grandes márgenes para ahorrar anualmente.

En un segundo bloque de conclusiones sobre el escenario planteado de una futura rehabilitación de la envolvente de los edificios, el resultado es claro y se concluye que puede considerarse ampliamente justificado el aumento en costes en obra, debido a la gran mejora que es posible obtener en edificios de este tipo con algo más de 10 años de vida (en cuya construcción no se tuvieron muy en cuenta estándares altos de eficiencia energética).

Como conclusión final, podemos afirmar que, en general, para cualquier edificación residencial ejecutada ya hace unos años, el margen de mejora de la eficiencia energética es muy alto.



## 7. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- [1] ACUATRO ARQUITECTOS. [sitio web]. Rehabilitación de fachadas. Estudio Comparativo De Los Sistemas De Reparación De Fachadas Mas Comunes, Fachada Ventilada. Sistema SATE, Enfoscado Monocapa Y Enfoscado De Cemento. Fecha de consulta: 15/06/2020. Disponible en: <https://www.acuatroarquitectos.com/rehabilitacion-de-fachadas-evaluacion-de-sistemas/>
- [2] AENOR. 2017. Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior (SATE). Fecha de consulta: 22/06/2020. Disponible en: [https://www.aenor.com/Producto\\_DAP\\_pdf/GlobalEPD\\_007\\_001\\_01\\_ESP.pdf](https://www.aenor.com/Producto_DAP_pdf/GlobalEPD_007_001_01_ESP.pdf)
- [3] ARNABAT, I. [sitio web]. 2016. ¿Cuál es el mejor aislante térmico para una casa? Calor y Frío el Marketplace de la Climatización. Fecha de consulta: 14/05/2020. Disponible en: <https://blog.caloryfrio.com/mejor-aislante-termico-una-casa/>
- [4] BENÍTEZ, L. 2014. Potencia contratada: La guía definitiva HolaLuz. Fecha de consulta: 04/06/2020. Disponible en: <https://blog.holaluz.com/potencia-contratada-la-guia-definitiva/>
- [5] BENÍTEZ, L. 2014. Uso del maxímetro en lugar del ICP. HolaLuz. Fecha de consulta: 04/06/2020. Disponible en: <https://blog.holaluz.com/que-es-el-maximetro-ii-casos-especiales/>
- [6] BIROL, F. 2019. World Energy Outlook 2019. Flagship report. International Energy Agency. (IEA). Fecha de consulta: 05/06/2020. Disponible en: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2019>
- [7] BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO. [sitio web]. 2001. Real Decreto 1164/2001, de 26 de octubre, por el que se establecen tarifas de acceso a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica. BOE nº 268. Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Fecha de consulta: 17/06/2020. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2001-20850>
- [8] CADENZA ELECTRIC [sitio web]. MAGNETOTERMICO C60N PIA 2P 1A CURVA C ref. A9F74201. Fecha de consulta: 20/06/2020. Disponible en: [https://www.cadenzaelectric.com/magnetotermico-c60n-pia-2p-1a-curva-c-ref-a9f74201\\_p1208315.htm](https://www.cadenzaelectric.com/magnetotermico-c60n-pia-2p-1a-curva-c-ref-a9f74201_p1208315.htm)
- [9] CARCEDO HAYA, JUAN. 2019. Materiales docentes para la asignatura Transformación y Uso Eficiente de la Energía. Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos. Universidad de Cantabria.
- [10] CATALÁN, J. 2019. Nuevos tiempos para la edificación: La eficiencia energética como prioridad (III). Prysmian Group. Fecha de consulta: 20/06/2020. Disponible en: <https://www.prysmianclub.es/nuevos-tiempos-para-la-edificacion-la-eficiencia-energetica-como-prioridad/>
- [11] CENTRAL ELECTRO VENTAS [sitio web]. Interruptor magnetotérmico c60n PIA C A9F74201 (24331) II-1A TERC. Fecha de consulta: 21/07/2020. Disponible en:

[https://www.centralectroventas.com/interruptor-magnetotermico-c60n-pia-c-a9f74201-24331-ii-1a-terc.html?gclid=Cj0KCQjwudb3BRC9ARIsAEa-vUsQcLVTKSoiwSEtgwKhZL TZdHVRoLlFIFjtDwD T9zUN42eviB19EaAvmiEALw\\_wcB](https://www.centralectroventas.com/interruptor-magnetotermico-c60n-pia-c-a9f74201-24331-ii-1a-terc.html?gclid=Cj0KCQjwudb3BRC9ARIsAEa-vUsQcLVTKSoiwSEtgwKhZL TZdHVRoLlFIFjtDwD T9zUN42eviB19EaAvmiEALw_wcB)

[12] CERTIFICADOS ENERGÉTICOS. [sitio web]. Cómo mejorar la envolvente térmica rehabilitando con SATE. Fecha de consulta: 01/07/2020. Disponible en: <https://www.certificadosenergeticos.com/como-mejorar-envolvente-termica-rehabilitando-sate>

[13] CIMALIT PLUS. [sitio web]. 2017. Tipos de ventanas con doble acristalamiento. Fecha de consulta: 01/05/2020. Disponible en: <https://climalit.es/blog/ventanas-con-doble-acristalamiento/>

[14] COMISIÓN EUROPEA [sitio web]. Comisión Europea. Marco sobre clima y energía para 2030. Fecha de consulta: 03/07/2020. Disponible en: [https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030\\_es](https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_es)

[15] COMISIÓN EUROPEA. [sitio web]. 2020. En el punto de mira: la eficiencia energética de los edificios. Fecha de consulta: 03/06/2020. Disponible en: [https://ec.europa.eu/info/news/focus-energy-efficiency-buildings-2020-feb-17\\_es](https://ec.europa.eu/info/news/focus-energy-efficiency-buildings-2020-feb-17_es)

[16] COMISIÓN EUROPEA [sitio web]. Transición energética en las ciudades. Estrategias y políticas. Fecha de consulta: 03/07/2020. Disponible en: [https://ec.europa.eu/info/eu-regional-and-urban-development/topics/cities-and-urban-development/priority-themes-eu-cities/energy-transition-cities\\_es](https://ec.europa.eu/info/eu-regional-and-urban-development/topics/cities-and-urban-development/priority-themes-eu-cities/energy-transition-cities_es)

[17] COMPARADOR LUZ. [sitio web]. ¿Cómo calcular la potencia trifásica de tu vivienda o empresa? Selectra. Fecha de consulta: 04/05/2020. Disponible en: <https://comparadorluz.com/tramites/potencia-electrica/trifasica>

[18] COMPARADOR LUZ. [sitio web]. Máxímetro: Reglas de facturación, funcionamiento y lecturas. Selectra. Fecha de consulta: 13/06/2020. Disponible en: <https://comparadorluz.com/pymes/maximetro>

[19] CTE, CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN. 2019. Ahorro de energía. Fecha de consulta: 05/05/2020. Disponible en: <https://www.codigotecnico.org/index.php/menu-ahorro-energia.html>

[20] CTE, CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN. 2019. Seguridad de utilización y accesibilidad. Fecha de consulta: 05/05/2020. Disponible en: <https://www.codigotecnico.org/index.php/menu-seguridad-utilizacion-accesibilidad.html>

[21] CYPE INGENIEROS. [sitio web]. Generador de Precios España. Fecha de consulta: 12/05/2020. Disponible en: [http://www.generadordeprecios.info/obra\\_nueva/Aislamientos\\_e\\_impermeabilizaciones/Aislamientos/NAS\\_Sistemas\\_ETICS\\_de\\_aislamiento\\_/NAS020\\_Sistema\\_ETICS\\_Isoflex\\_ISOVER\\_de\\_ai\\_0\\_0\\_0\\_0\\_3\\_0\\_0.html#gsc.tab=0](http://www.generadordeprecios.info/obra_nueva/Aislamientos_e_impermeabilizaciones/Aislamientos/NAS_Sistemas_ETICS_de_aislamiento_/NAS020_Sistema_ETICS_Isoflex_ISOVER_de_ai_0_0_0_0_3_0_0.html#gsc.tab=0)

[22] CYPE ingenieros. [sitio web]. 2019. Introducción de datos. ¿Cómo se introduce una cubierta inclinada? Fecha de consulta: 02/06/2020. Disponible en: <http://faq.cype.es/IED/019.htm>

- [23] DICONA. 2014. Aislamiento y Eficiencia Energética en Fachadas. Fecha de consulta: 05/06/2020. Disponible en: [https://www.dicona.es/catalogo\\_de\\_productos/Catalogo\\_Fachadas\\_220914.pdf](https://www.dicona.es/catalogo_de_productos/Catalogo_Fachadas_220914.pdf)
- [24] EL PERIÓDICO DE LA ENERGÍA. [sitio web]. 2019. El Gobierno aprueba una modificación del CTE para tratar de reducir el consumo energético en nuevos edificios en un 40%. Eficiencia Política Energética. Fecha de consulta: 14/25/2020. Disponible en: <https://elperiodicodelaenergia.com/el-gobierno-aprueba-una-modificacion-del-cte-para-tratar-de-reducir-el-consumo-energetico-en-nuevos-edificios-en-un-40/>
- [25] ENDESA. [sitio web]. Cómo evitar cortes de la luz por tratamiento médico. Fecha de consulta: 17/06/2020. Disponible en: <https://www.endesa.com/es/te-ayudamos/evitar-cortes-luz-tratamiento-medico>
- [26] ENDESA. [sitio web]. 2018. ¿Qué es un maxímetro y para qué sirve? Fecha de consulta: 12/06/2020. Disponible en: <https://www.endesa.com/es/conoce-la-energia/blog/maximetro-que-es>
- [27] ENERDATA [sitio web]. Enerdata. Consumo energético total. Aceleración del consumo energético en 2018 (+2.3%) impulsada por un elevado crecimiento de la demanda de electricidad y gas. Fecha de consulta: 01/07/2020. Disponible en: <https://datos.enerdata.net/energia-total/datos-consumo-internacional.html>
- [28] ERREKA. 2019. Catálogo de Productos. Fecha de consulta: 14/05/2020. Disponible en: [https://www.daber.es/wp-content/uploads/2019/tarifas/TARIFA\\_ERREKA.pdf](https://www.daber.es/wp-content/uploads/2019/tarifas/TARIFA_ERREKA.pdf)
- [29] FACTORLED. [sitio web]. 2018. Iluminación led, ¿qué temperatura de color he de escoger? Fecha de consulta: 03/07/2020. Disponible en: <https://www.factorled.com/blog/es/iluminacion-led-y-la-importancia-de-la-temperatura-de-color/>
- [30] FENIE ENERGÍA. [sitio web]. Normativa actual. Fecha de consulta: 15/06/2020. Disponible en: <https://www.fenieenergia.es/energia/electricidad/normativa-actual-electricidad/>
- [31] FUERTES, M. [sitio web]. 2015. Baja la potencia contratada de tu ascensor sin miedo. Nergiza. Fecha de consulta: 14/06/2020. Disponible en: <https://nergiza.com/baja-la-potencia-contratada-de-tu-ascensor-sin-miedo/>
- [32] GREENICE. [sitio web]. ¿Dudas sobre los Sensores de Movimiento? Fecha de consulta: 08/06/2020. Disponible en: <https://greenice.com/es/blog/dudas-sobre-los-sensores-de-movimiento-n18>
- [33] HABITISSIMO. [sitio web]. Electricistas: Precio y Presupuestos. Fecha de consulta: 18/06/2020. Disponible en: <https://www.habitissimo.es/presupuestos/electricistas#:~:text=El%20coste%20de%20los%20trabajos,en%20trabajos%20de%20especial%20complejidad.>
- [34] GRUPO PANEL SANDWICH. [sitio web]. Chapa grecada. Fecha de consulta: 11/06/2020. Disponible en: <https://www.panelsandwich.com/producto/chapa-grecada/>
- [35] IDAE. [sitio web]. 2011. Consumos del Sector Residencial en España. Resumen de Información Básica. Eurostat, European Commission. Gobierno de España IDEA. Fecha

de consulta: 06/06/2020. Disponible en:  
[https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos/Documentacion\\_Basica\\_Residencial\\_Unido\\_c93da537.pdf](https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos/Documentacion_Basica_Residencial_Unido_c93da537.pdf)

[36] IDAE. [sitio web]. Guías Técnicas Para La Rehabilitación De La Envolvente Térmica De Los Edificios. Colección de guías técnicas centradas en cada tipo de material aislante. Fecha de consulta: 12/06/2020. Disponible en:  
<https://www.idae.es/tecnologias/eficiencia-energetica/edificacion/aislamiento-en-edificacion/guias-tecnicas-para-la>

[37] IDAE, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. [Sitio web]. 2019. Eficiencia Energética. Edificación. Fecha de consulta: 15/06/2020. Disponible en:  
<https://www.idae.es/tecnologias/eficiencia-energetica/edificacion>

[38] IDAE, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. [Sitio web]. 2019. El papel clave de los administradores de fincas en la rehabilitación energética. Fecha de consulta: 03/07/2020. Disponible en: <https://www.idae.es/noticias/el-papel-clave-de-los-administradores-de-fincas-en-la-rehabilitacion-energetica>

[39] IDAE, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. [Sitio web]. 2019. Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030. Fecha de consulta: 19/06/2020. Disponible en: <https://www.idae.es/informacion-y-publicaciones/plan-nacional-integrado-de-energia-y-clima-pniec-2021-2030>

[40] ILUMINET. [sitio web]. 2017. La temperatura del color y sus aplicaciones. Fecha de consulta: 12/06/2020. Disponible en: <https://www.iluminet.com/temperatura-color-y-aplicaciones/>

[41] ITELAN (Inspección Técnica de Edificios). [sitio web]. 2020. Rehabilitación de fachadas: qué sistema elegir. Fecha de consulta: 01/06/2020. Disponible en: <http://www.itelan.es/blog/rehabilitacion-de-fachadas-que-sistema-elegir/>

[42] ISOVER. [sitio web]. 2017. Generador de precios Isover Clima 34. Fecha de consulta: 12/06/2020. Disponible en: [http://isover-es.generadordeprecios.info/isover7\\_clima34\\_es/?CYPE:cypecad\\_mep](http://isover-es.generadordeprecios.info/isover7_clima34_es/?CYPE:cypecad_mep)

[43] ITURBE, M. [sitio web]. 2018. Aislamiento térmico exterior: ¿qué es y cómo se instala el SATE? Calor y Frío el Marketplace de la Climatización. Fecha de consulta: 22/06/2020. Disponible en: <https://blog.caloryfrio.com/aislamiento-termico-exterior-que-es-y-como-se-instala-el-sate/>

[44] ITURBE, M. [sitio web]. 2019. Fachada ventilada o SATE: ¿qué aislamiento es mejor? Calor y Frío. Marketplace de la Climatización. Fecha de consulta: 03/07/2020. Disponible en: <https://blog.caloryfrio.com/fachada-ventilada-o-sate-que-aislamiento-es-mejor/>

[45] LAFERT MOTORES ELÉCTRICOS, S.L. 2004. *AC Three-Phase Induction Motors. Motores Trifásicos de Inducción*. Fecha de consulta 03/07/2020. Disponible en: <http://www.lafert.es/descargas/dhmalu.pdf>

[46] LEDTHINK. [sitio web]. 2020. Bombillas LED E27. Fecha de consulta: 03/07/2020. Disponible en: <https://www.ledthink.com/led/Bombillas-LED-E27.html>

- [47] LEDTHINK. [sitio web]. 2020. Tubo LED radar presencia. Fecha de consulta: 03/07/2020. Disponible en: <https://www.ledthink.com/led/tubo-led-sensor-radar.html>
- [48] LEDTHINK. [sitio web]. 2020. Tubos LED T8. Fecha de consulta: 03/07/2020. Disponible en: <https://www.ledthink.com/led/tubo-led-t8.html>
- [49] LIGHTING SPAIN [sitio web]. 2019. Lighting Spain. Temperaturas de color LED, ¿qué color debo usar? Fecha de consulta: 20/06/2020. Disponible en: <https://lightingspain.com/eu/blog/temperatura-color-led/>
- [50] LUCERA. [sitio web]. ¿Cómo leer un contador de luz digital? Fecha de consulta: 22/06/2020. Disponible en: <https://lucera.es/blog/como-leer-contador-digital>
- [51] LUCERA [sitio web]. Cómo pagar menos en tu factura de luz. Fecha de consulta: 25/06/2020. Disponible en: <https://lucera.es/blog/como-pagar-menos-en-tu-factura-de-luz>
- [52] LUCERA [sitio web]. Guía básica para entender la factura de la luz. Fecha de consulta: 25/06/2020. Disponible en: <https://lucera.es/blog/entender-factura-luz>
- [53] LUCERA [sitio web]. ¿Qué potencia eléctrica contratar? Fecha de consulta: 25/06/2020. Disponible en: <https://lucera.es/blog/que-potencia-luz-contratar>
- [54] MAÑANAS, M. 2014. Estudio de sistemas constructivos de fachada de bloques residenciales en Madrid. Soluciones constructivas y viabilidad económica para rehabilitación. Fecha de consulta: 01/06/2020. Disponible en: <https://www.construible.es/comunicaciones/estudio-sistemas-constructivos-fachada-bloques-residenciales-madrid-soluciones-constructivas-viabilidad-economica-rehabilitacion>
- [55] MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO. 2020. Estudio Ambiental Estratégico del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030. Gobierno de España. Fecha de consulta: 20/06/2020. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/participacion-publica/eae-pniec.aspx>
- [56] MORENTE, MONTSERRAT, C. Elaboración del material docente actualizado para curso on-line de iluminación. Fecha de consulta: 03/07/2020. Disponible en: <https://grlum.dpe.upc.edu/manual/sistemasIluminacion-fuentesDeLuz.php>
- [57] NERGIZA. [sitio web]. 2015. Cambiar tubos fluorescentes por LEDs: todo lo que tienes que saber. Fecha de consulta: 13/06/2020. Disponible en: <https://nergiza.com/cambiar-tubos-fluorescentes-por-leds-todo-lo-que-tienes-que-saber/>
- [58] NERGIZA. [sitio web]. 2016. Cómo bajé la potencia de mi comunidad de vecinos. Fecha de consulta: 17/06/2020. Disponible en: <https://nergiza.com/como-baje-la-potencia-de-mi-comunidad-de-vecinos/>
- [59] PRECIOGAS. [sitio web]. Máxímetro. Selectra. Fecha de consulta: 01/06/2020. Disponible en: <https://preciogas.com/faq/maximetro>
- [60] PRYMSIAN GROUP. [sitio web]. 2019. Cambios en la edificación: La normativa que viene de Europa (IV). Fecha de consulta: 05/05/2020. Disponible en:

<https://www.prysmianclub.es/cambios-en-la-edificacion-la-normativa-que-viene-de-europa-iv/>

[61] ROCA, J.A. 2014. Los españoles ‘regalan’ 10.000 millones al año a eléctricas y Hacienda por el exceso de potencia contratada. El Periódico de la Energía. Fecha de consulta: 20/06/2020. Disponible en: <https://elperiodicodelaenergia.com/los-espanoles-regalan-10-000-millones-al-ano-a-electricas-y-hacienda-por-el-exceso-de-potencia-contratada/>

[62] SOLOINGENIERÍA. [sitio web]. 2011. Consumo de una reactancia de 36w. Fecha de consulta: 15/06/2020. Disponible en: <https://soloingenieria.net/foros/viewtopic.php?f=14&t=32340>

[63] TARIFALUZHORA. [sitio web]. ¿Qué es la facturación por maxímetro? Selectra. Fecha de consulta: 13/06/2020. Disponible en: <https://tarifaluzhora.es/info/maximetro>